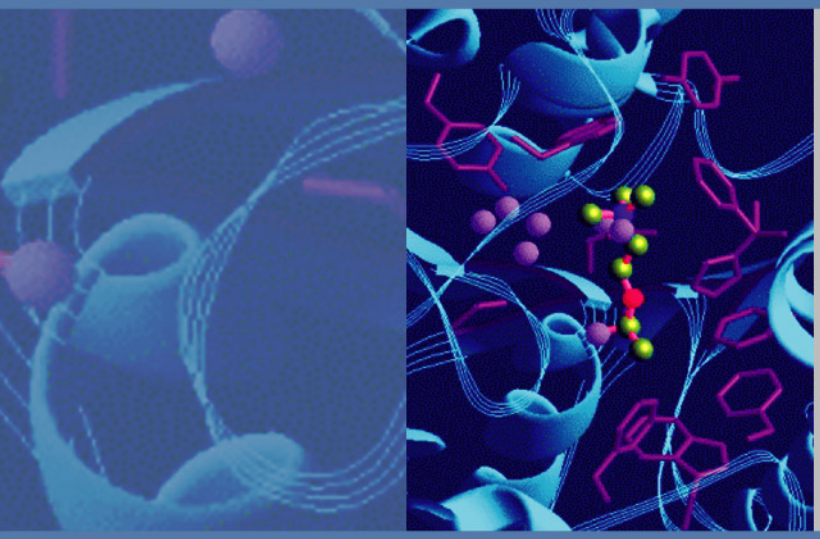


Serie TSQ

Manual de equipos

70111-97173 Revisión B Marzo de 2009

DOCUMENTATION SURVEY

Part of Thermo Fisher Scientific

Thermo SCIENTIFIC

© 2009 Thermo Fisher Scientific Inc. Reservados todos los derechos.

Los nombres que se citan a continuación son marcas registradas en EE.UU. y, posiblemente, en otros países: TSQ Quantum es una marca registrada de Thermo Fisher Scientific Inc. Swagelok es una marca registrada de Crawford Fitting Company. Tygon es una marca registrada de Saint-Gobain Performance Plastics Company. Restek es una marca registrada de Restek Corporation. Microsoft y Windows son marcas registradas de Microsoft Corporation. Convectron es una marca registrada de Helix Technology Corporation. Intel y Pentium son marcas registradas de Intel Corporation. KEL-F es una marca registrada de 3M Company. Rheodyne es una marca registrada de Rheodyne, LLC. Delrin, Kalrez, Teflon, Tefzel y Viton son marcas registradas de E.I. du Pont de Nemours & Co. Alconox es una marca registrada de Alconox, Inc. Gastight es una marca registrada de Hamilton Company.

Kimwipe es una marca comercial de Kimberly-Clark Corporation. Granville-Phillips 342 es una marca comercial de Granville-Phillips. Edwards es una marca comercial de Edwards Limited.

Todas las demás marcas comerciales son propiedad de Thermo Fisher Scientific Inc. y sus filiales.

Thermo Fisher Scientific Inc. suministra este documento a sus clientes cuando adquieren un producto con el fin de que lo apliquen al utilizar dicho producto. Este documento está protegido por la ley de propiedad intelectual y está estrictamente prohibida su reproducción total o parcial, excepto con la autorización por escrito de Thermo Fisher Scientific Inc.

El contenido de este documento está sujeto a modificaciones sin previo aviso. Toda la información técnica de este documento se incluye sólo con fines de referencia. Las especificaciones y configuraciones de sistema descritas en este documento sustituyen a toda la información anterior recibida por el comprador.

Thermo Fisher Scientific Inc. no garantiza que la información de este documento sea completa, exacta o sin errores, y no asume responsabilidad ni obligación alguna que se derive de los errores, omisiones, daños o pérdidas por el empleo de la misma, aun cuando sus instrucciones se sigan de forma correcta.

Este documento no forma parte de contrato de venta alguno entre Thermo Fisher Scientific Inc. y el comprador. Este documento no regirá ni modificará en ningún caso los Términos y Condiciones de Venta, que prevalecerán en caso de conflicto entre la información de ambos documentos.

Historial de revisiones: Revisión A, febrero de 2008; revisión B, traducción de la revisión C 70111-97163 inglesa, marzo de 2009.

Versión de software: Xcalibur 2.1, TSQ 2.1

Sólo para uso en investigación. No reglamentado para diagnóstico médico o veterinario por la Dirección de Alimentos y Medicamentos de los EE.UU. (FDA) ni otras autoridades competentes.

Conformidad con la normativa vigente

Thermo Fisher Scientific somete sus productos a pruebas y evaluaciones completas para garantizar que cumplen todas las normativas nacionales e internacionales vigentes. En el momento de la entrega, el sistema cumple todas las normas de compatibilidad electromagnética (CEM) y seguridad pertinentes que se citan a continuación.

Los cambios realizados en el sistema pueden invalidar la conformidad con una o varias de estas normas de seguridad y compatibilidad electromagnética. Los cambios o modificaciones en el sistema incluyen sustituciones de piezas o incorporación de componentes, opciones o equipos periféricos no autorizados u homologados específicamente por Thermo Fisher Scientific Para garantizar el cumplimiento permanente de las normas de CEM y de seguridad, solicite los recambios, componentes, opciones y periféricos a Thermo Fisher Scientific o a sus representantes autorizados.

- TSQ Quantum Access MAX
- TSQ Quantum Ultra
- TSQ Vantage
- TSQ Quantum Access

TSQ Quantum Access MAX

Directiva CEM 2004/108/CEE

La evaluación de la conformidad CEM ha corrido a cargo de TUV Rheinland of North America, Inc.

EN 55011: 2007, A2: 2007
EN 61000-3-2: 2006
EN 61000-3-3: 1995, A1: 2001, A2: 2005
EN 61000-4-2: 1995, A1: 1999, A2: 2001
EN 61000-4-3: 2006
EN 61000-4-4: 2004
EN 61000-4-5: 2005
EN 61000-4-6: 2007
EN 61000-4-11: 2004
EN 61326-1: 2006

FCC Class A: CFR 47 Parte 15: 2007

Conformidad con normativa de seguridad para Baja Tensión

Este dispositivo cumple la Directiva 2006/95/CEE de la Unión Europea, implementada por la norma 61010-1: 2001.

TSQ Quantum Ultra

Directiva CEM 89/336/CEE enmendada por 92/31/CEE y 93/68/CEE

La compatibilidad CEM ha sido evaluada por U.L. Underwriter's Laboratory Inc.

EN 55011: 1998
EN 61000-3-2: 1995, A1: 1998, A2: 1998, A14: 2000
EN 61000-3-3: 1998
EN 61000-4-2: 2000
EN 61000-4-3: 2002

EN 61000-4-4: 1995, A1: 2001, A2: 2001
EN 61000-4-5: 1995, A1: 2001
EN 61000-4-6: 2001
EN 61000-4-11: 1994, A1: 2001
EN 61326-1: 1998

FCC Clase A, CFR 47 Parte 15: 2005

CISPR 11: 1999, A1: 1999, A2: 2002

Conformidad con normativa de seguridad para Baja Tensión

Este dispositivo cumple la Directiva de Baja Tensión 73/23/CEE y la norma armonizada EN 61010-1: 2001.

TSQ Vantage

Directiva CEM 2004/108/CE

La evaluación de la conformidad CEM ha corrido a cargo de TUV Rheinland of North America, Inc.

EN 55011: 1998, A1: 1999, A2: 2002
EN 61000-3-2: 2006
EN 61000-3-3: 1995, A1: 2001, A2: 2005
EN 61000-4-2: 2001
EN 61000-4-3: 2006

EN 61000-4-4: 2004
EN 61000-4-5: 2006
EN 61000-4-6: 2001
EN 61000-4-11: 2004
EN 61326-1: 2006

FCC Clase A, CFR 47 Parte 15: 2007

CISPR 11: 1999, A1: 1999, A2: 2002

Conformidad con normativa de seguridad para Baja Tensión

Este dispositivo cumple la Directiva de Baja Tensión 2006/95/CE y la norma armonizada EN 61010-1.

TSQ Quantum Access

Directivas CEM 89/336/CEE, 92/31/CEE, 93/68/CEE

La evaluación de la conformidad CEM ha corrido a cargo de TUV Rheinland of North America, Inc.

EN 55011: 1998, A1: 1999, A2: 2002
EN 61000-3-2: 2000
EN 61000-3-3: 1995, A1: 2001
EN 61000-4-2: 2001
EN 61000-4-3: 2002
EN 61000-4-4: 1995, A1: 2000, A2: 2001
EN 61000-4-5: 2001
EN 61000-4-6: 2003
EN 61000-4-11: 2001
EN 61326: 1997, A1: 1998, A2: 2001, A3: 2003

FCC Clase A, CFR 47 Parte 15: 2005
CISPR 11: 1999, A1: 1999, A2: 2002

Conformidad con normativa de seguridad para Baja Tensión

Este dispositivo cumple la Directiva de Baja Tensión EN 61010-1:2001 y la norma armonizada EN 61010-1: 2001.

Declaración de conformidad FCC

ESTE DISPOSITIVO CUMPLE CON LA PARTE 15 DE LAS NORMAS FCC. SU FUNCIONAMIENTO ESTÁ SUJETO A LAS DOS CONDICIONES SIGUIENTES: (1) ESTE DISPOSITIVO NO PUEDE CAUSAR INTERFERENCIAS PERJUDICIALES, Y (2) ESTE DISPOSITIVO DEBE ACEPTAR TODA INTERFERENCIA RECIBIDA, INCLUIDAS LAS QUE PUEDEN PERJUDICAR SU FUNCIONAMIENTO.

PRECAUCIÓN Lea y comprenda las diversas notas de precaución, los signos y los símbolos del presente manual, relacionados con el empleo y el manejo seguro de este producto antes de utilizarlo.

Aviso sobre levantamiento y manejo de instrumentos de Thermo Scientific

Por su seguridad, y en cumplimiento de la normativa internacional, el manejo físico de este instrumento de Thermo Fisher Scientific ***requiere un esfuerzo conjunto*** para levantarlo o moverlo. Este instrumento pesa demasiado como para que solo una persona lo maneje sin riesgo.

Aviso sobre el uso apropiado de instrumentos de Thermo Scientific

En conformidad con lo dispuesto en la normativa internacional: La utilización de este instrumento de una forma no especificada por Thermo Fisher Scientific puede reducir la protección que ofrece el instrumento.

Aviso sobre probabilidad de interferencias electromagnéticas

El instrumento está diseñado para funcionar en un entorno electromagnético controlado. No utilice transmisores de radiofrecuencia, como teléfonos móviles, cerca del instrumento.

Para obtener información sobre la ubicación de la fabricación, consulte la etiqueta del instrumento.

WEEE Compliance

This product is required to comply with the European Union's Waste Electrical & Electronic Equipment (WEEE) Directive 2002/96/EC. It is marked with the following symbol:

Thermo Fisher Scientific has contracted with one or more recycling or disposal companies in each European Union (EU) Member State, and these companies should dispose of or recycle this product. See www.thermo.com/WEEERoHS for further information on Thermo Fisher Scientific's compliance with these Directives and the recyclers in your country.

WEEE Konformität

Dieses Produkt muss die EU Waste Electrical & Electronic Equipment (WEEE) Richtlinie 2002/96/EC erfüllen. Das Produkt ist durch folgendes Symbol gekennzeichnet:

Thermo Fisher Scientific hat Vereinbarungen mit Verwertungs-/Entsorgungsfirmen in allen EU-Mitgliedsstaaten getroffen, damit dieses Produkt durch diese Firmen wiederverwertet oder entsorgt werden kann. Mehr Information über die Einhaltung dieser Anweisungen durch Thermo Fisher Scientific, über die Verwerter, und weitere Hinweise, die nützlich sind, um die Produkte zu identifizieren, die unter diese RoHS Anweisung fallen, finden Sie unter www.thermo.com/WEEERoHS.

Conformité DEEE

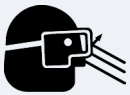
Ce produit doit être conforme à la directive européenne (2002/96/EC) des Déchets d'Equipements Electriques et Electroniques (DEEE). Il est marqué par le symbole suivant :

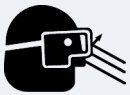
Thermo Fisher Scientific s'est associé avec une ou plusieurs compagnies de recyclage dans chaque état membre de l'union européenne et ce produit devrait être collecté ou recyclé par celles-ci. Davantage d'informations sur la conformité de Thermo Fisher Scientific à ces directives, les recycleurs dans votre pays et les informations sur les produits Thermo Fisher Scientific qui peuvent aider la détection des substances sujettes à la directive RoHS sont disponibles sur www.thermo.com/WEEERoHS.

Conformidad RAEE

Este producto debe cumplir la Directiva 2002/96/CE de la Unión Europea sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). Está marcado con el símbolo siguiente:

Para eliminar o reciclar este producto, Thermo Fisher Scientific ha contratado empresas de reciclaje o eliminación de residuos en cada país miembro de la Unión Europea (UE). Para obtener más información sobre el cumplimiento legal de estas directivas por parte de Thermo Fisher Scientific y sobre las empresas de reciclaje de su país, consulte www.thermo.com/WEEERoHS.

CAUTION Symbol	CAUTION	VORSICHT	ATTENTION	PRECAUCIÓN	AVVERTENZA
	Electric Shock: This instrument uses high voltages that can cause personal injury. Before servicing, shut down the instrument and disconnect the instrument from line power. Keep the top cover on while operating the instrument. Do not remove protective covers from PCBs.	**Elektrischer Schlag:** In diesem Gerät werden Hochspannungen verwendet, die Verletzungen verursachen können. Vor Wartungsarbeiten muss das Gerät abgeschaltet und vom Netz getrennt werden. Betreiben Sie das Gerät nicht mit abgenommenem Deckel. Nehmen Sie die Schutzabdeckung von Leiterplatten nicht ab.	**Choc électrique :** L'instrument utilise des tensions capables d'infliger des blessures corporelles. Il doit être arrêté et débranché de la source de courant avant toute intervention. Ne pas utiliser l'instrument sans son couvercle. Ne pas enlever les étuis protecteurs des cartes de circuits imprimés.	**Descarga eléctrica:** Este instrumento utiliza altas tensiones que pueden causar lesiones. Antes de realizar tareas de mantenimiento, apague el instrumento y desconéctelo de la línea de alimentación eléctrica. No retire la cubierta superior mientras trabaja con el instrumento. No retire las cubiertas protectoras de las tarjetas TCI.	**Shock da folgorazione.** L'apparecchio è alimentato da corrente ad alta tensione che puo provocare lesioni fisiche. Prima di effettuare qualsiasi intervento di manutenzione occorre spegnere ed isolare l'apparecchio dalla linea elettrica. Non attivare lo strumento senza lo schermo superiore. Non togliere i coperchi a protezione dalle schede di circuito stampato (PCB).
	Chemical: This instrument might contain hazardous chemicals. Wear gloves when handling toxic, carcinogenic, mutagenic, or corrosive or irritant chemicals. Use approved containers and proper procedures to dispose waste oil.	**Chemikalien:** Dieses Gerät kann gefährliche Chemikalien enthalten. Tragen Sie Schutzhandschuhe beim Umgang mit toxischen, karzinogenen, mutagenen oder ätzenden/reizenden Chemikalien. Entsorgen Sie verbrauchtes Öl entsprechend den Vorschriften in den vorgeschriebenen Behältern.	**Produit chimique :** Des produits chimiques dangereux peuvent se trouver dans l'instrument. Porter des gants pour manipuler tous produits chimiques toxiques, cancérigènes, mutagènes, ou corrosifs/ irritants. Utiliser des récipients et des procédures homologués pour mettre au rebut les huiles usagées.	**Productos químicos:** El instrumento puede contener productos químicos peligrosos. Para manejar productos químicos tóxicos, cancerígenos, mutágenos, corrosivos o irritantes, utilice guantes. Para desechar el aceite residual, utilice contenedores homologados y procedimientos adecuados.	**Prodotti chimici.** Possibile presenza di sostanze chimiche pericolose nell'apparecchio. Indossare dei guanti per maneggiare prodotti chimici tossici, cancerogeni, mutageni, o corrosivi/irritanti. Utilizzare contenitori aprovo e seguire la procedura indicata per lo smaltimento dei residui di olio.
	Heat: Before servicing the instrument, allow any heated components to cool.	**Hitze:** Warten Sie erhitzte Komponenten erst, nachdem diese sich abgekühlt haben.	**Haute temperature :** Laisser refroidir les composants chauffés avant toute intervention.	**Altas temperaturas:** Antes de realizar tareas de mantenimiento, espere a que los componentes recalentados se enfríen.	**Calore.** Attendere che i componenti riscaldati si raffreddino prima di effetturare l'intervento di manutenzione.
	Fire: Use care when operating the system in the presence of flammable gases.	**Feuer:** Beachten Sie die einschlägigen Vorsichtsmaßnahmen, wenn Sie das System in Gegenwart von entzündbaren Gasen betreiben.	**Incendie :** Agir avec précaution lors de l'utilisation du système en présence de gaz inflammables.	**Fuego:** Tenga cuidado al trabajar con el sistema en presencia de gases inflamables.	**Incendio.** Adottare le dovute precauzioni quando si usa il sistema in presenza di gas infiammabili.
	**Eye Hazard:** Eye damage could occur from splattered chemicals or flying particles. Wear safety glasses when handling chemicals or servicing the instrument.	**Verletzungsgefahr der Augen:** Verspritzte Chemikalien oder kleine Partikel können Augenverletzungen verursachen. Tragen Sie beim Umgang mit Chemikalien oder bei der Wartung des Gerätes eine Schutzbrille.	**Danger pour les yeux :** Les projections chimiques, liquides ou solides, peuvent être dangereuses pour les yeux. Porter des lunettes de protection lors de toute manipulation de produit chimique ou intervention sur l'instrument.	**Riesgo ocular:** Las salpicaduras de productos químicos o las partículas flotantes en el aire pueden causar lesiones oculares. Para manejar productos químicos o realizar tareas de mantenimiento, utilice gafas de seguridad.	**Pericolo per la vista.** Gli schizzi di prodotti chimici o delle particelle presenti nell'aria potrebbero causare danni alla vista. Indossare occhiali protettivi quando si maneggiano prodotti chimici o si effettuano interventi di manutenzione sull'apparecchio.
	General Hazard: A hazard is present that is not included in the above categories. Also, this symbol appears on the instrument to refer the user to instructions in this manual.	**Allgemeine Gefahr:** Es besteht eine weitere Gefahr, die nicht in den vorstehenden Kategorien beschrieben ist. Außerdem wird dieses Symbol am Gerät selbst angebracht, um den Benutzer auf Anweisungen in diesem Handbuch hinzuweisen.	**Danger général :** Indique la présence d'un risque n'appartenant pas aux catégories citées plus haut. Ce symbole figure également sur l'instrument pour renvoyer l'utilisateur aux instructions du présent manuel.	**Riesgo general:** Significa que existe un peligro no incluido en las categorias anteriores. Este símbolo se utiliza también en el instrumento para remitir al usuario a las instrucciones de este manual.	**Pericolo generico.** Pericolo non compreso tra le precedenti categorie. Questo simbolo è utilizzato inoltre sull'apparecchio per segnalare all'utente di consultare le istruzioni descritte nel presente manuale.
	When the safety of a procedure is questionable, contact your local Technical Support organization for Thermo Fisher Scientific San Jose Products.	Wenn Sie sich über die Sicherheit eines Verfahrens im Unklaren sind, setzen Sie sich, bevor Sie fortfahren, mit ihrem lokalen Händler für Thermo Fisher Scientific San Jose Produkte in Verbindung.	Si la sûreté d'un procédure est incertaine, avant de continuer, contacter le plus proche Service Clientèle pour les produits de Thermo Fisher Scientific San Jose.	Cuando la seguridad de un procedimiento sea cuestionable, póngase en contacto con el servicio de asistencia técnica local para los productos de Thermo Fisher Scientific San Jose.	Quando e in dubbio la misura di sicurezza per una procedura, prima di continuare, si prega di mettersi in contatto con il Servizio di Assistenza Tecnica locale per i prodotti di Thermo Fisher Scientific San Jose.

CAUTION Symbol	CAUTION	危険警告	危险警告
	Electric Shock: This instrument uses high voltages that can cause personal injury. Before servicing, shut down the instrument and disconnect the instrument from line power. Keep the top cover on while operating the instrument. Do not remove protective covers from PCBs.	**電撃：**この計測器は高電圧を使用し、人体に危害を与える可能性があります。保守・修理は、必ず操業を停止し、電源を切ってから実施して下さい。上部カバーを外したままで 計測器を使用しないで下さい。プリント配線板の保護カバーは外さないで下さい。	**电击：**仪器设备使用会造成人身伤害的高付电压。在维修之前，必须先关闭仪器设备并切断电源。务必要在顶盖盖上的情况下操作仪器。请勿拆除 **PCB** 保护盖。
	Chemical: This instrument might contain hazardous chemicals. Wear gloves when handling toxic, carcinogenic, mutagenic, or corrosive or irritant chemicals. Use approved containers and proper procedures to dispose waste oil.	**化学物質：**危険な化学物質が計測器中に存在している可能性があります。毒性、発がん性、突然変異性、腐食・刺激性などのある薬品を取り扱う際は、手袋を着用して下さい。廃油の処分には、規定の容器と手順を使用して下さい。	**化学品：**仪器设备中可能存在有危险性的化学物品。接在触毒性致癌、诱变或腐蚀 / 刺激性化学品时，请佩戴手套。处置废油时，请使用经过许可的容器和程序。
	Heat: Before servicing the instrument, allow any heated components to cool.	**熱：**熱くなった部品は冷えるのを待ってから保守・修理を行って下さい。	**高温：**请先等高温零件冷却之后再进行维修。
	Fire: Use care when operating the system in the presence of flammable gases.	**火災：**可燃性のガスが存在する場所でシステムを操作する場合は、充分な注意を払って下さい。	**火灾：**在有易燃气体的场地操作该系统时，请务必小心谨慎。
	**Eye Hazard:** Eye damage could occur from splattered chemicals or flying particles. Wear safety glasses when handling chemicals or servicing the instrument.	**眼に対する危険：**化学物質や微粒子が飛散して眼を傷つける危険性があります。化学物質の取り扱い、あるいは計測器の保守・修理に際しては防護眼鏡を着用して下さい。	**眼睛伤害危险：**飞溅的化学品或颗粒可能造成眼睛伤害。处理化学品或维修仪器设备时请佩戴安全眼镜。
	General Hazard: A hazard is present that is not included in the above categories. Also, this symbol appears on the instrument to refer the user to instructions in this manual.	**一般的な危険：**この標識は上記以外のタイプの危険が存在することを示します。また、計測器にこの標識がついている場合は、本マニュアル中の指示を参照して下さい。	**一般性危险：**说明未包括在上述类别中的其他危险。此外，仪器设备上使用这个标志，以指示用户本使用手册中的说明。
	When the safety of a procedure is questionable, contact your local Technical Support organization for Thermo Fisher Scientific San Jose Products.	**安全を確保する手順がよくわからない時は、作業を一時中止し、お近くのサーモエレクトロンサンローゼプロダクトのテクニカールサポートセンターごご連絡ください。**	如对安全程序有疑问，请在操作之前与当地的菲尼根技术服务中心联系。

Contenido

Prefacio . . . . . **xv**
Acerca de este manual xv
Documentación asociada xv
Avisos de seguridad y especiales xv
Precauciones de seguridad xvi
Requisitos de pureza de gases y disolventes xvii
Filosofía del mantenimiento xvii
Nivel de reparación xvii
Cómo contactar xviii

Capítulo 1 Introducción **1**
Modos de ionización 3
Modos de polaridad de iones 3
Modos de barrido 3
Modos de barrido Q1MS y Q3MS 4
Modo de barrido de iones producto 5
Modo de barrido de iones precursores 6
Modo de barrido de pérdidas neutras 7
Modo de barrido dependiente de datos 9
Tipos de barrido 9
Full Scan (barrido completo) 9
Selected Ion Monitoring (SIM, monitorizar iones seleccionados) 10
Selected Reaction Monitoring (SRM, monitorizar reacciones seleccionadas) 10
AutoSIM 11
Tipos de datos 11
Datos perfil 11
Datos centroide 11
Rango de masas/cargas 11

Capítulo 2 Descripción funcional **13**
Inyector automático 14
Cromatógrafo de líquidos 15
Bomba de jeringa 15
Válvula de inyección/desvío 16
Espectrómetro de masas 18
Mandos e indicadores 18
Fuente de ionización API 22
Interfaz de la fuente de iones 23
Óptica iónica 24
Analizador de masas 28

Sistema de detección de iones 34
Equipos del sistema de vacío y de admisión de gases 36
Conjuntos electrónicos 42
Sistema de datos 43
Equipo informático 44
Sistema de datos / Espectrómetro de masas / Interfaz de Cromatógrafo de líquidos. 44
Sistema de datos / Interfaz de Red de área local 44
Impresora. 44

Capítulo 3 Apagado, inicio y reinicio del sistema 47
Apagado del sistema en una emergencia 47
Puesta en espera del sistema 49
Apagado completo del sistema 50
Inicio del sistema después de un apagado completo 51
Inicio del LC 51
Inicio del sistema de datos 51
Inicio del espectrómetro de masas 52
Inicio del inyector automático 53
Configuración de las condiciones de funcionamiento. 53
Reinicio del espectrómetro de masas 54
Reinicio del sistema de datos 55
Reinicio del sistema de datos mediante el procedimiento de apagado y reinicio de Windows 55
Reinicio del sistema de datos con el apagado y encendido consecutivo del ordenador personal 55
Apagado de componentes seleccionados del espectrómetro de masas 56

Capítulo 4 Actividad diaria 59
Comprobaciones previas a la actividad con el sistema TSQ 59
Comprobación del suministro de argón y nitrógeno 60
Comprobación de posible alargamiento del tubo de muestras de sílice fundida del ESI 60
Comprobación de niveles de vacío del sistema 60
Comprobaciones posteriores a la actividad con el sistema TSQ 62
Limpieza de línea de transferencia de muestras, tubo de muestras y sonda de API 62
Puesta en espera del sistema 63
Limpieza del cono de barrido de iones y el tubo de transferencia de iones 64
Vaciado de botella de desecho de disolventes 64

Capítulo 5 Extracción y reinstalación de caja de fuente de iones 65
Extracción de caja de fuente de iones Ion Max o Ion Max-S 65
Instalación de caja de fuente de iones Ion Max o Ion Max-S 67
Mantenimiento de cajas Ion Max e Ion Max-S 68

Capítulo 6 Mantenimiento 69
Frecuencia de limpieza. 71
Mantenimiento del cono de barrido de iones y el tubo de transferencia de iones 72

Extracción y limpieza del tubo de transferencia de iones 72
Mantenimiento del conjunto de la interfaz de fuente de iones 75
Apagado y purga del sistema 76
Extracción de caja de fuente de iones Ion Max o Ion Max-S 76
Extracción de interfaz de fuente de iones 76
Extracción de lente S y lente de salida (TSQ Vantage) 77
Limpieza de lente S y lente de salida (TSQ Vantage) 78
Extracción de la lente tubular y el skimmer (TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX y TSQ Quantum Ultra) 78
Limpieza de la lente tubular y el skimmer (TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX y TSQ Quantum Ultra) 79
Reinstalación de lente S y lente de salida (TSQ Vantage) 80
Reinstalación de la lente tubular y el skimmer (TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX y TSQ Quantum Ultra) 80
Reinstalación de conjunto de interfaz de fuente de iones 81
Reinstalación de caja de fuente de iones Ion Max o Ion Max-S 81
Inicio del sistema 81
Limpieza de óptica iónica Q00 82
Apagado y purga del sistema 82
Extracción de caja de fuente de iones Ion Max o Ion Max-S 82
Extracción de conjunto de interfaz de fuente de iones 82
Extracción de conjunto de caja de óptica iónica 83
Desmontaje de conjunto de caja de óptica iónica 87
Limpieza de Q00 y L0 88
Reensamblaje de conjunto de caja de óptica iónica. 89
Reinstalación de conjunto de caja de óptica iónica 90
Reinstalación de conjunto de interfaz de fuente de iones 91
Reinstalación de la caja de la fuente de iones Ion Max o Ion Max-S 91
Inicio del sistema 91
Mantenimiento de la bomba rotatoria mecánica de alto vacío 92
Limpieza de filtros de ventiladores 92

Capítulo 7 Diagnóstico y sustitución de tarjetas TCI y conjuntos 95
Ejecución de pruebas de diagnóstico del sistema TSQ 96
Sustitución de fusibles 97
Sustitución de tarjetas TCI y fuentes de alimentación 97

Capítulo 8 Piezas recambiables 99
Kit de accesorios de MS 99
Kit de accesorios específicos de instrumento TSQ Vantage 100
Kit de accesorios específicos de instrumentos TSQ Quantum Ultra, Ultra AM y Ultra EMR 100
Kit de la sonda HESI-II 101
Kit de accesorios específicos de instrumento TSQ Quantum Access 101
Kit de compuestos de calibración de masas precisas TSQ. 101
Conexiones, manguitos y bucles de muestras 101

Índice 103

Prefacio

Acerca de este manual

Este *Manual de equipos de la serie TSQ* contiene la descripción de los modos de funcionamiento y principales componentes del equipo del sistema TSQ. Además, incluye instrucciones paso a paso de limpieza y mantenimiento del espectrómetro de masas.

Documentación asociada

Además de este manual, Thermo Fisher Scientific proporciona la siguiente información relacionada con espectrómetros de masas de la serie TSQ:

- *Preinstallation Requirements Guide*
- *Guía para la conexión*
- *Manual de puesta en marcha*
- *Guía del usuario de la sonda H-ESI*
- *Guía del usuario de la sonda HESI-II*
- *Manual de equipos de fuente de API Ion Max e Ion Max-S*
- Ayuda a la que puede accederse desde el software

Avisos de seguridad y especiales

Asegúrese de tener en cuenta las declaraciones preventivas incluidas en este manual. Los avisos de seguridad y especiales aparecen en recuadros.

Los avisos de seguridad y especiales incluyen lo siguiente:

PRECAUCIÓN Resalta riesgos para las personas, la propiedad o el medio ambiente. Cada aviso de PRECAUCIÓN va acompañado del correspondiente símbolo de PRECAUCIÓN.

IMPORTANTE Resalta información necesaria para evitar daños en el software, pérdida de datos o invalidación de resultados de pruebas. También puede contener información esencial para el rendimiento óptimo del sistema.

Nota Resalta información de interés general.

Sugerencia Destaca información útil que puede facilitar una tarea.

Precauciones de seguridad

Observe las siguientes precauciones de seguridad cuando utilice, revise o repare el espectrómetro de masas.

PRECAUCIÓN No realice servicio alguno que no se incluya en el Manual de equipos de la serie TSQ. Para evitar causar lesiones o daños al equipo, no realice servicio alguno que no se incluya en el *Manual de equipos de la serie TSQ* o en los manuales asociados a menos que esté cualificado para ello.

PRECAUCIÓN Antes de revisar o reparar el espectrómetro de masas, apáguelo y desconéctelo de la red eléctrica. En el instrumento se utilizan altas tensiones que pueden causar lesiones. Algunos procedimientos de mantenimiento del espectrómetro de masas requieren su apagado y desconexión de la red eléctrica antes de realizar cualquier servicio. Nunca utilice el espectrómetro de masas sin las cubiertas superior y laterales colocadas. No quite las cubiertas protectoras de las tarjetas TCI.

PRECAUCIÓN Respete las zonas calientes. Tenga cuidado con las zonas recalentadas. El capilar de transferencia de iones y el vaporizador de ionización química a presión atmosférica (APCI) pueden estar muy calientes y producir quemaduras graves si se tocan. Antes de revisar o reparar los componentes calientes, espere a que se enfríen.

PRECAUCIÓN Antes de abrir la fuente de ionización a presión atmosférica (API), coloque el espectrómetro de masas en la posición de espera Standby (o en la de apagado). La presencia de oxígeno atmosférico en la fuente de ionización API cuando el espectrómetro de masas está encendido puede ser peligrosa. (El sistema TSQ apaga automáticamente el espectrómetro de masas cuando se abre la fuente de ionización API; no obstante, es mejor tomar esta precaución adicional.)

PRECAUCIÓN Disponga de un sistema de extracción de gases adecuado. Es responsabilidad del usuario disponer de un sistema de extracción de gases adecuado. Las muestras y los disolventes que se introducen en el espectrómetro de masas de triple cuadrupolo (TSQ) se extraen finalmente de la bomba rotatoria mecánica de alto vacío. En consecuencia, la bomba debe conectarse a un sistema de extracción de gases. Consulte la normativa vigente sobre el método adecuado para extraer los gases del sistema.

PRECAUCIÓN Tenga cuidado cuando cambie el aceite de la bomba de vacío. Manipule con cuidado el aceite que extraiga de la bomba de vacío y los depósitos de aceite de la bomba. Existe la posibilidad de que compuestos peligrosos introducidos en el sistema se hayan disuelto en el aceite de la bomba. Para desechar el aceite residual, utilice siempre recipientes homologados y siga los procedimientos adecuados. Siempre que una bomba haya funcionado en un sistema utilizado para analizar sustancias químicas tóxicas, cancerígenas, mutágenas o corrosivas e irritantes, debe descontaminarse y certificarse como libre de contaminación antes de que el Servicio al cliente de Thermo Fisher Scientific San Jose la repare o ajuste, o de enviarse a fábrica para reparación.

Requisitos de pureza de gases y disolventes

Utilice los disolventes de máxima pureza disponibles. El espectrómetro de masas TSQ es extremadamente sensible a las impurezas de los disolventes. Aunque determinadas impurezas de disolventes son transparentes para los detectores de luz ultravioleta UV/Visible, el espectrómetro de masas TSQ las detecta con facilidad. La pureza mínima aceptable es la de calidad de cromatografía líquida. Se recomiendan disolventes de calidad superior. Se recomienda utilizar agua destilada. El agua desionizada contiene sustancias químicas, por lo que no se recomienda.

A continuación se incluye una lista de fabricantes internacionales que pueden suministrar disolventes de alta calidad:

Fabricante de disolventes	Teléfono
Fisher Global Chemicals	Tel.: (800) 766-7000
Mallinckrodt/Baker, Inc.	Tel.: (800) 582-2537 Fax: (908) 859-9370
Burdick & Jackson, Inc.	Tel.: (800) 368-0050 Fax: (616) 725-6216

El espectrómetro de masas TSQ utiliza el argón como gas de colisión. El argón debe ser de alta pureza (99,995%). La presión del gas necesaria es de 135 ± 70 kPa (20 ± 10 psig). Thermo Fisher Scientific ha comprobado que los filtros de partículas se contaminan con mucha frecuencia, por lo que no son recomendables.

Filosofía del mantenimiento

El mantenimiento del sistema TSQ consiste en realizar los procedimientos necesarios para mantener los estándares de rendimiento del sistema, evitar fallos del sistema, restablecer la condición de trabajo normal del sistema, además de todo lo citado anteriormente. Los procedimientos de mantenimiento rutinario y preventivo se documentan en este manual.

El usuario es responsable del mantenimiento rutinario y preventivo durante y después del período de garantía. El mantenimiento periódico aumenta la vida útil y maximiza la disponibilidad del sistema, para alcanzar así su rendimiento óptimo.

Las operaciones de mantenimiento no incluidas en este manual sólo las puede realizar un técnico del Servicio al cliente de Thermo Fisher Scientific.

Nivel de reparación

La filosofía del mantenimiento de Thermo Fisher Scientific para el sistema TSQ dicta resolver problemas relacionados con las piezas, conjuntos o módulos más pequeños incluidos en el Capítulo 8, “Piezas recambiables.”

Averías mecánicas: por regla general, los conjuntos mecánicos deben repararse en el nivel del elemento más pequeño enunciado en el Capítulo 8, “Piezas recambiables.”

Cómo contactar

Existen varias posibilidades de contactar con Thermo Fisher Scientific para obtener cualquier tipo de información.

❖ Para contactar con el Servicio técnico

Tel.:	800-532-4752
Fax:	561-688-8736
Correo electrónico	us.techsupport.analyze@thermofisher.com
Base de conocimientos	www.thermokb.com

Para descargar actualizaciones y utilidades vaya a mssupport.thermo.com.

❖ Si desea contactar con el Servicio al cliente para informarse sobre los pedidos

Tel.:	800-532-4752
Fax:	561-688-8731
Correo electrónico	us.customer-support.analyze@thermofisher.com
Sitio web	www.thermo.com/ms

❖ Para copiar manuales de Internet

Visite mssupport.thermo.com y haga clic en **Customer Manuals**, en el margen izquierdo de la ventana.

❖ Para solicitar ayuda o sugerir cambios en la documentación

- Rellene un pequeño cuestionario sobre este documento haciendo clic en el enlace siguiente. Gracias de antemano por su ayuda.

- Envíe un mensaje por correo electrónico al editor de publicaciones técnicas en techpubs-lcms@thermofisher.com.

Introducción

Los espectrómetros de masas de la serie TSQ™ pertenecen a la familia de espectrómetros de masas de Thermo Scientific. El espectrómetro de masas de la serie TSQ es un instrumento analítico avanzado que incluye una bomba de jeringa, una válvula de inyección/desvío, un espectrómetro de masas y el sistema de datos Xcalibur™.

Contenido

- Modos de ionización
- Modos de polaridad de iones
- Modos de barrido
- Tipos de barrido
- Tipos de datos
- Rango de masas/cargas

En un análisis normal, la muestra puede introducirse con distintos métodos:

- Mediante la bomba de jeringa (infusión directa)
- Mediante la válvula de inyección/desvío equipada con un bucle de muestras y LC (análisis por inyección en flujo)
- Mediante la válvula de inyección/desvío y el HPLC (cromatógrafo de líquidos de alto rendimiento) equipado con una columna (LC/MS)

En un análisis normal, un cromatógrafo de líquidos (LC) introduce una muestra. El LC separa los diversos componentes de la muestra. Los componentes se eluyen del LC y pasan al espectrómetro de masas donde se analizan.

El análisis por infusión directa o inyección por flujo no proporciona separación cromatográfica de componentes de la muestra antes de pasar al espectrómetro de masas. Los datos procedentes del espectrómetro de masas se almacenan y procesan a continuación en el sistema de datos.

El espectrómetro de masas TSQ consta de una fuente de ionización a presión atmosférica (API), óptica iónica, analizador de masas de tres etapas y sistema de detección de iones. Un distribuidor de vacío encierra la óptica iónica, el analizador de masas, el sistema de detección de iones y parte de la fuente de API. La ionización de la muestra se realiza en la fuente de API. El proceso específico para ionizar la muestra se conoce como modo de ionización. La óptica iónica transmite los iones producidos en la fuente de iones al analizador de masas, donde se separan según su relación masa-carga. La polaridad de los potenciales aplicados a las lentes en la fuente de iones y en la óptica iónica determina si transmiten

iones con carga positiva o carga negativa al analizador de masas. El espectrómetro de masas TSQ se puede configurar para analizar iones con carga positiva o negativa (modo de polaridad positiva o negativa de iones).

El analizador de masas de tres etapas del instrumento TSQ realiza una o dos etapas de análisis de masas:

- El sistema TSQ se maneja como un espectrómetro de masas convencional con una etapa de análisis de masas. La fuente de iones ioniza la muestra y el producto de la ionización se somete al análisis de masas en el primer conjunto de barras. El segundo y tercer conjunto de barras transmiten los iones del rango de masas seleccionado al sistema de detección de iones.[1]
- El sistema TSQ se maneja como un espectrómetro de masas en tándem con dos etapas de análisis de masas. La fuente de iones ioniza la muestra y el producto de la ionización se somete al análisis de masas en el primer conjunto de barras. En este caso, no obstante, los iones del rango de masas seleccionado que salen del primer conjunto de barras colisionan con un gas inerte en el segundo conjunto de barras para producir un conjunto de iones conocidos como iones producto. (Una cámara denominada celda de colisión rodea al segundo conjunto de barras. La celda de colisión se puede presurizar con un gas inerte.) Los iones producto se someten a más análisis de masas en el tercer conjunto de barras para detectar los iones seleccionados. En términos de especificidad química, dos etapas de análisis de masas rinden mucho más que una sola debido a la capacidad del sistema para seleccionar y determinar dos conjuntos de masas discretas pero directamente relacionadas.

En una primera etapa de análisis de masas, los sistemas TSQ se pueden emplear para elucidar las estructuras de compuestos orgánicos puros y las estructuras de los componentes de mezclas. Por otra parte, en una segunda etapa de análisis de masas, el espectrómetro de masas puede fragmentar y separar cada fragmento iónico de una molécula formada en la fuente de ionización para formar una estructura entera de la molécula, pieza a pieza. De esta manera, el sistema TSQ investiga todas las vías de la formación y fragmentación de cada ión en el espectro de masas posibles.

Las dos etapas de análisis de masas, con reducción real de ruido químico en el espectro de masas final, permite análisis muy selectivos y sensibles.

Cada secuencia de análisis de masas de una o tres etapas de los iones se denomina barrido. El espectrómetro de masas TSQ utiliza varios modos y distintos tipos de barrido para filtrar, fragmentar o transmitir iones al analizador de masas. Junto con la ionización y los modos de polarización iónica, la capacidad de variar el modo y el tipo de barrido ofrece al usuario gran flexibilidad en la instrumentación para resolver problemas analíticos complejos.

[1] El instrumento también puede utilizarse como espectrómetro de masas de una sola etapa mediante la transmisión de los iones por el primer y segundo conjuntos de barras seguida del análisis de masas en el tercer conjunto de barras.

Modos de ionización

La fuente de ionización a presión atmosférica (API) forma iones de la muestra en fase gaseosa a partir de moléculas de la muestra que se eluyen del LC o se introducen mediante la bomba de jeringa. La fuente de API se puede hacer funcionar en modo de ionización por electrospray (ESI) o, de manera opcional, en los modos de ionización por electrospray calentado (H-ESI), ionización por nanospray (NSI), fotoionización a presión atmosférica (APPI) o ionización química a presión atmosférica (APCI). Para obtener más información sobre los modos de ionización, consulte los documentos *Manual de equipos de fuente de ionización API Ion MAX e Ion MAX-S, Guía del usuario de la sonda HESI-II, Guía del usuario de la sonda H-ESI, Manual del operador de la fuente ionización APPI Ion MAX o Manual del operador de la fuente de iones de nanospray.*

Modos de polaridad de iones

El espectrómetro de masas TSQ se puede hacer funcionar en uno de los dos modos de polaridad de iones: positiva o negativa. Tanto los iones con carga positiva como los de carga negativa se forman en la fuente de iones del espectrómetro de masas. El espectrómetro de masas TSQ puede controlar si al analizador de masas se transmiten iones positivos o negativos para el análisis de masas cambiando la polaridad de los potenciales aplicados a la fuente de iones y a la óptica iónica. La óptica iónica transmite (en un haz colimado) los iones producidos en la fuente de iones al analizador de masas.

La información obtenida de un espectro de masas de iones positivos difiere de la de un espectro de iones negativos y la complementa. Así, la capacidad para obtener espectros de iones positivos y negativos ayuda a realizar el análisis cualitativo de las muestras. Se puede elegir el modo de polaridad de los iones y el modo de ionización para obtener la máxima sensibilidad del analito de interés.

Modos de barrido

El espectrómetro de masas TSQ puede trabajar en varios modos de barrido. Los modos de barrido de uso más frecuente se pueden dividir en dos categorías: modos de barrido MS y modos de barrido MS/MS. Los modos de barrido de cada categoría son los siguientes:

- Modos de barrido MS: modos de barrido Q1MS y Q3MS
- Modos de barrido MS/MS: modo de barrido de iones producto (hijos), modo de barrido de iones precursores (padres), modo de barrido de pérdidas neutras (de neutros)
- Modo de barrido dependiente de datos

Los modos de barrido que se pueden emplear dependen del número y del tipo de conjuntos de barras y de los voltajes aplicados a dichos conjuntos.

El analizador de masas del sistema TSQ tiene tres conjuntos de barras.[2] El primer y tercer conjunto de barras, Q1 y Q3, son cuadrupolos; el segundo conjunto de barras, Q2, es un cuadrupolo de perfil cuadrado.

[2] Un conjunto de barras es una disposición uniforme de barras metálicas. Para obtener un análisis de los conjuntos de barras que se utilizan en el instrumento de la serie TSQ, consulte "Analizador de masas" en la página 28.

Los conjuntos de barras pueden funcionar en modos de capacidad distinta:

- Como dispositivos de transmisión de iones
- Como analizadores de masas

En caso de aplicarse sólo voltaje de RF, un conjunto de barras sirve como dispositivo de transmisión de iones que pasa todos los iones con un rango amplio de relaciones masa-carga (lo que significa prácticamente todos los iones presentes).

Cuando se aplica tanto voltaje de RF como de CC a un conjunto de barras, se produce la separación de iones en función de su relación masa-carga. Esta separación permite que el conjunto de barras sirva como analizador de masas.

En el espectrómetro de masas TSQ, los conjuntos de barras cuadrupolo pueden funcionar con voltajes de RF y CC o sólo con voltaje de RF. Esto significa que Q1 y Q3 pueden actuar bien como analizadores de masas o como dispositivos de transmisión de iones. El conjunto de barras Q2 funciona exclusivamente con voltaje de RF. Así, Q2 actúa siempre como dispositivo de transmisión de iones. Para obtener un resumen del funcionamiento de los conjuntos de barras en algunos de los modos de barrido más importantes, consulte la Tabla 1.

Tabla 1. Resumen de modos de barrido

Modo de barrido	Cuadrupolo Q1	Celda de colisión Q2	Cuadrupolo Q3
Q1MS	Barrido[a]	Pasar todos los iones[b]	Pasar todos los iones
Q3MS	Pasar todos los iones	Pasar todos los iones	Barrido
Producto	Ajuste[c]	Fragmentar iones[d], luego pasar todos los fragmentos	Barrido
Precursores	Barrido	Fragmentar iones, luego pasar todos los fragmentos	Ajuste
Pérdidas neutras	Barrido	Fragmentar iones, luego pasar todos los fragmentos	Barrido

[a]Barrido = barrido completo o transmisión de iones seleccionados

[b]Pasar todos los iones o fragmentos = pasar iones o fragmentos dentro de un rango amplio de relaciones masa-carga

[c]Ajuste = ajustado para pasar iones de una sola relación masa-carga o de un conjunto de relaciones masa-carga

[d]Fragmentar iones = las colisiones con gas argón fragmentan los iones

Modos de barrido Q1MS y Q3MS

Los modos de barrido Q1MS y Q3MS realizan solo una etapa de análisis de masas. El espectro de masas obtenido equivale al obtenido con un instrumento con un solo analizador de masas. En la única etapa del análisis, los iones formados en la fuente iónica entran en el conjunto del analizador. Uno de los analizadores de masas (Q1 o Q3) se somete al barrido para obtener un espectro de masas completo. Los otros conjuntos de barras (Q2 y Q3, o Q1 y Q2, respectivamente) actúan como dispositivos de transmisión de iones. En el modo de barrido Q1MS, Q1 se emplea como analizador de masas; en el modo Q3MS, es Q3 el que se utiliza como tal.

Modo de barrido de iones producto

El modo de barrido de iones producto realiza dos etapas de análisis. En la primera, los iones formados en la fuente iónica entran en Q1, ajustado para transmitir iones de una relación masa-carga concreta. Los iones seleccionados por esta primera etapa de análisis de masas se denominan iones precursores. (Como resultado, Q1 se denomina analizador de masas de precursores, y la relación masa-carga de los iones transmitidos por el analizador de precursores se denomina masa de conjunto precursor.) Los iones precursores seleccionados por Q1 entran a continuación en Q2, que está rodeado por la celda de colisión.

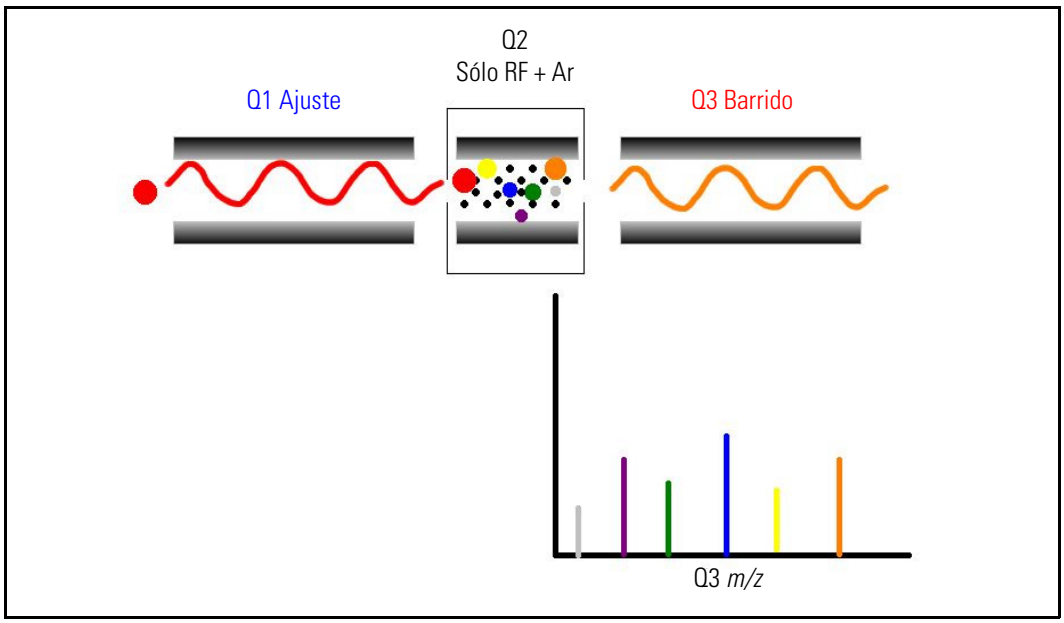
Nota Al referirse a cada uno de los conjuntos de barras como piezas del equipo, conviene denominarlos Q1, Q2 y Q3, respectivamente. No obstante, para ser claros al analizar sus funciones en los modos de barrido MS/MS, se les puede denominar analizador de masas de precursores, celda de colisión (dispositivo de transmisión de iones rodeado por la celda de colisión) y analizador de masas de iones producto, respectivamente.

En la segunda etapa del análisis los iones se pueden fragmentar más en la celda de colisión, para producir iones producto. Dos procesos producen iones producto: descomposición unimolecular de iones metaestables o interacción con gas de colisión argón presente en la celda de colisión. Esta etapa se conoce como disociación inducida por colisión (CID). Los iones formados en la celda de colisión entran en Q3 (el analizador de masas de iones producto) para la segunda etapa del análisis de masas. Q3 se somete al barrido para obtener un espectro de masas que muestra los iones producto generados por la fragmentación del ión precursor seleccionado.

El espectro de masas obtenido en modo de barrido de iones producto (espectro de masas de iones producto) es el espectro de masas del ión precursor seleccionado.

Figura 1 muestra el modo de barrido de iones producto.

Figura 1. Ilustración de modo de barrido de iones producto



Modo de barrido de iones precursores

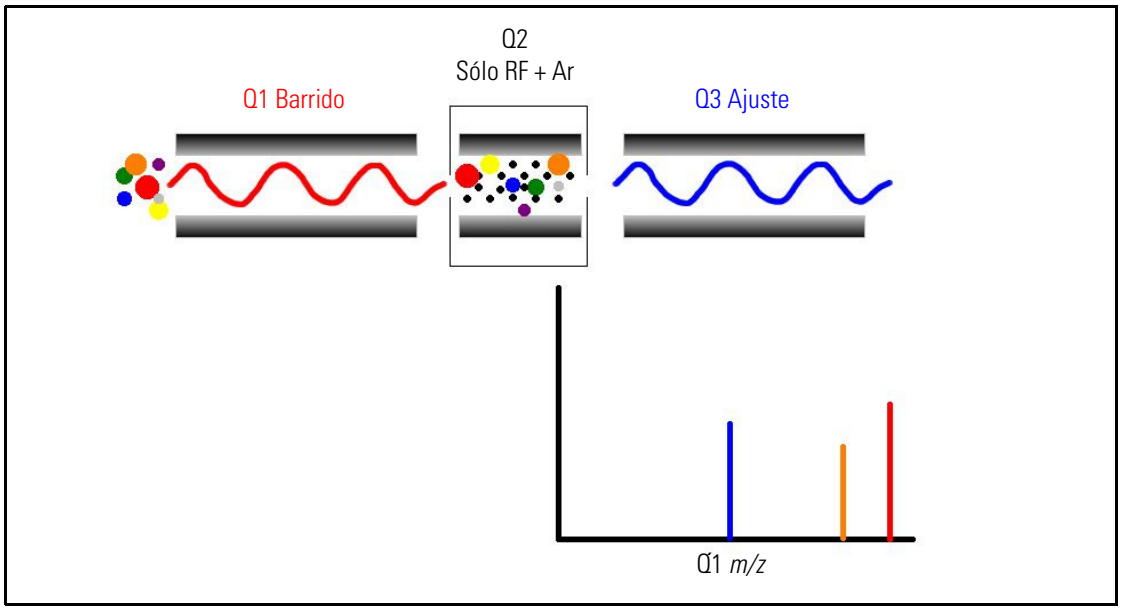
El modo de barrido de iones precursores utiliza también dos etapas de análisis. En la primera, los iones formados en la fuente iónica se introducen en el analizador de masas de precursores, que se somete a barrido para transmitir de forma secuencial iones precursores a la celda de colisión.

En la segunda etapa del análisis, en la celda de colisión, los iones precursores se pueden fragmentar para producir iones producto por descomposición unimolecular de iones metaestables o por disociación inducida por colisión. Los iones formados en la celda de colisión entran en el analizador de masas de iones producto, que transmite un ión producto seleccionado. (La masa prefijada de ión producto es la relación masa-carga de iones transmitidos por el analizador de masas de iones producto.)

El espectro resultante muestra todos los iones precursores que se fragmentan para producir el ión producto seleccionado. Tenga presente que para un espectro de masas obtenido en el modo de barrido de iones precursores (espectro de masas de iones precursores), los datos del eje de la relación masa-carga se obtienen de Q1 (los iones precursores), mientras que los datos del eje de intensidad de iones se obtienen de Q3 (de monitorizar el ión producto).

Figura 2 muestra el modo de barrido de iones precursores.

Figura 2. Ilustración del modo de barrido de iones precursores



Los ensayos que emplean el modo de barrido de iones precursores (ensayos con precursores) se pueden utilizar en estudios de estructuras y fragmentación así como en análisis de inspección de mezclas. En general, los ensayos con precursores detectan todos los compuestos que se descomponen en un fragmento común. Los ensayos son útiles para la detección rápida de una serie de homólogos estructurales (por ejemplo, aromáticos sustituidos, ftalatos, esteroides o ácidos grasos) que tienen un ión fragmento común (por ejemplo, *m/z* 149 para los ftalatos).

Modo de barrido de pérdidas neutras

En el modo de barrido de pérdidas neutras, los dos analizadores de masas (Q1 y Q3) están conectados para ser barridos con la misma velocidad de barrido en los rangos de masas de la misma anchura. No obstante, los rangos de masas respectivos se desvían mediante una masa seleccionada, de modo que el analizador de masas de iones producto barre un número de unidades de masa seleccionado inferior al del analizador de masas de iones precursores.

Así, en el modo de barrido de pérdidas neutras se desarrollan dos etapas de análisis de masas. En la primera, el analizador de masas de iones precursores separa los iones formados en la fuente iónica por relación masa-carga. A continuación, los iones se introducen de forma secuencial en la celda de colisión.

En la segunda etapa del análisis, los iones admitidos en la celda de colisión se pueden fragmentar por descomposición de iones metaestables o por CID para producir iones producto. El analizador de masas de iones producto separa a continuación estos iones producto por relación masa-carga. Figura 3 muestra el modo de barrido de pérdidas neutras. Ejemplos de compuestos con un fragmento de pérdidas neutras aparecen en la Figura 4.

Para detectar un ión, entre el tiempo en que el ión abandona Q1 y entra en Q3, debe perder una fracción neutra cuya masa (la masa de pérdidas neutras) es igual a la diferencia en los rangos de masas que barren los dos analizadores de masas. Así, un espectro de masas de pérdidas neutras es un espectro que muestra todos los iones precursores que pierden especies neutras de una masa seleccionada.

Tenga presente que también se puede realizar un ensayo de ganancia (o asociación) de neutros en el que el rango de masas barrido por Q3 se desvía por una masa seleccionada en un rango de masas barrido por Q1.

Para obtener tanto un espectro de masas de pérdidas neutras (o de ganancia de neutros) como un espectro de masas de iones precursores, Q1 (el ión precursor) proporciona datos para el eje de la relación masa-carga, en tanto que Q3 (el ión producto sometido a monitorización) proporciona los datos para el eje de intensidad de iones.

Los ensayos que utilizan el modo de barrido de pérdidas neutras (experimentos de pérdidas de neutros) son útiles cuando se estudia la funcionalidad común de un gran número de compuestos. Es frecuente que de grupos funcionales sustituyentes se pierdan fracciones neutras (por ejemplo, CO_2 de ácidos orgánicos, CO de aldehídos, HX de halogenuros y H_2O de alcoholes).

Figura 3. Ilustración del modo de barrido de pérdidas neutras

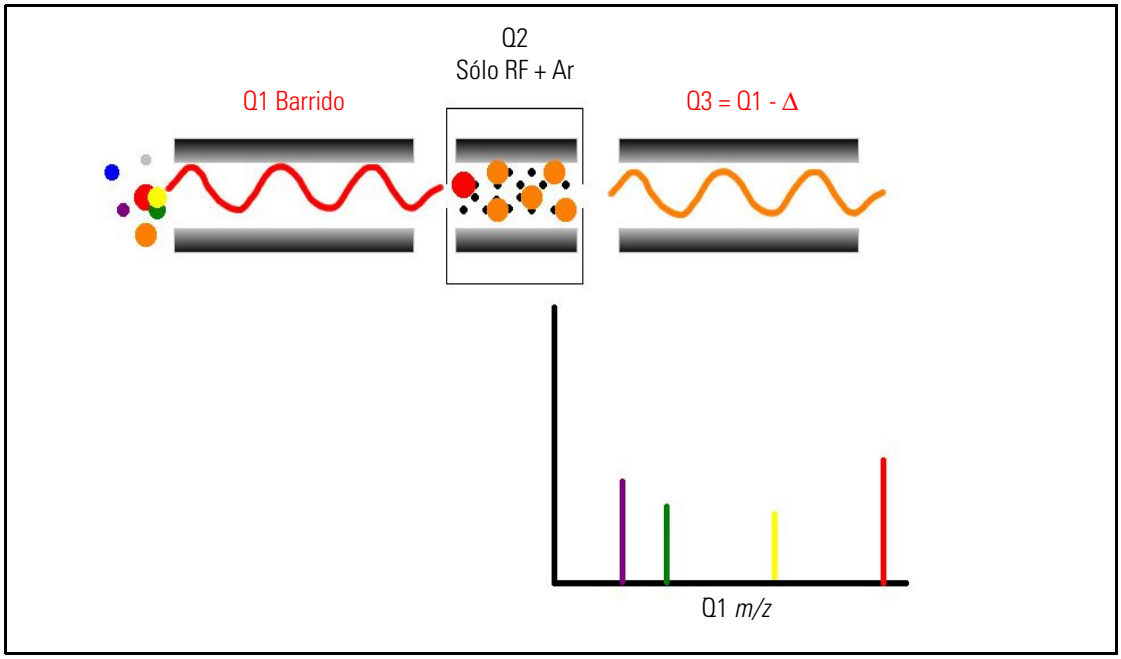
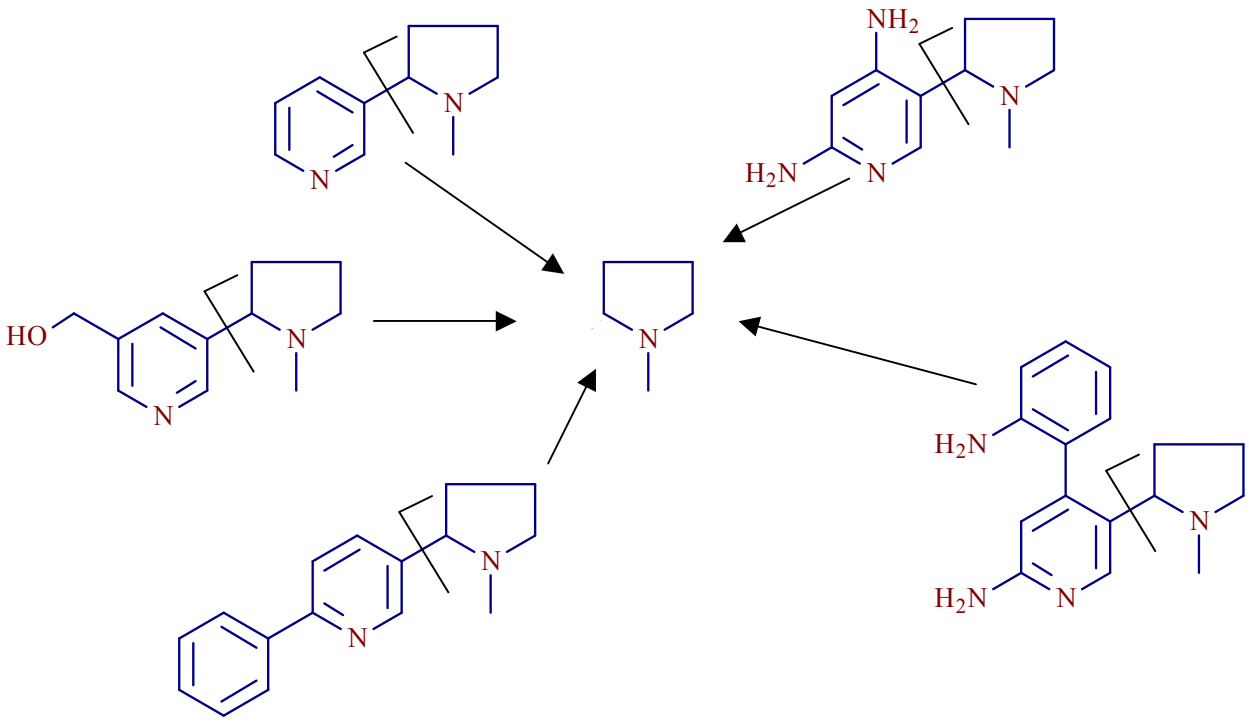


Figura 4. Ejemplos de compuestos con un fragmento de pérdida neutra común



Modo de barrido dependiente de datos

El espectrómetro de masas TSQ utiliza la información de un ensayo en modo de barrido dependiente de datos para tomar decisiones automáticas sobre el siguiente paso del ensayo sin intervención del usuario. En el modo de barrido dependiente de datos se especifican los criterios para seleccionar uno o más iones de interés sobre los que realizar los barridos posteriores, como MS/MS. La configuración de los ensayos dependientes de datos se puede enfocar de dos maneras:

- Si tiene conocimientos acerca de lo que es el ión precursor, o si espera cierta clase de precursor, puede configurar una lista de iones precursores potenciales. Después, al detectarse uno de los iones precursores especificados, puede adquirir espectros de productos y analizar la información. A la inversa, también puede establecer una lista de iones que *no* desee que se seleccionen para fragmentación.
- Si tiene poca información sobre el compuesto, puede configurar los parámetros del ensayo dependiente de datos de forma que si la intensidad de la señal de los iones supera el umbral especificado, el sistema TSQ genere el espectro del producto. Más adelante, puede decidir la utilidad de la información.

Como los barridos dependientes de datos necesitan utilizar un ión objetivo del barrido anterior, el primer evento de barrido no puede ser un barrido dependiente de datos.

Tipos de barrido

Los sistemas TSQ pueden trabajar con diversos tipos de barrido. Los más comunes son los siguientes:

- Full Scan (barrido completo)
- Selected Ion Monitoring (SIM, monitorizar iones seleccionados)
- Selected Reaction Monitoring (SRM, monitorizar reacciones seleccionadas)
- AutoSIM

Full Scan (barrido completo)

El tipo de barrido Full scan proporciona un espectro de masas completo de cada analito. Con el barrido completo, el analizador de masas barre desde la primera hasta la última masa, sin interrupción, en un tiempo de barrido determinado.

Los ensayos con barrido completo se utilizan para determinar o confirmar la identidad de compuestos desconocidos, o bien la identidad de cada uno de los componentes de una mezcla de compuestos desconocidos. (Por lo general, el espectro de masas completo se necesita para determinar la identidad de un compuesto desconocido.)

El tipo de barrido completo ofrece más información sobre un analito que el tipo SIM, pero un barrido completo no logra la sensibilidad que los otros dos tipos de barrido pueden alcanzar. El barrido completo permite emplear menos tiempo en la monitorización de la señal de cada ión que exigen SIM o SRM. El barrido completo proporciona más información pero menos sensibilidad que los otros dos tipos de barrido.

Para utilizar el barrido SIM o SRM, necesita saber qué iones o reacciones busca antes de poder realizar un ensayo con estos tipos de barrido. Así, puede que utilice un barrido completo para SIM para determinar la identidad de un analito y para obtener su espectro de masas, y un barrido completo para SRM para determinar el espectro de masas y los espectros de masas de iones producto para iones precursores de interés. Luego, puede utilizar SIM o SRM para realizar análisis cuantitativos rutinarios del compuesto.

Selected Ion Monitoring (SIM, monitorizar iones seleccionados)

Selected ion monitoring (SIM, monitorizar iones seleccionados) monitoriza un ión o conjunto de iones determinado. Los ensayos con SIM son útiles para detectar pequeñas cantidades de un compuesto diana en una mezcla compleja cuando se conoce el espectro de masas del compuesto diana. Así, el barrido SIM es útil en los análisis finos y en el cribado o detección rápida de un gran número de muestras de un compuesto diana.

Dado que el barrido SIM monitoriza únicamente unos pocos iones, puede proporcionar límites de detección inferiores y mayor velocidad que los modos de barrido completo. SIM alcanza límites de detección inferiores porque se requiere más tiempo monitorizando iones importantes que se sabe que aparecen en el espectro de masas del analito diana. SIM puede alcanzar mayor velocidad debido a que monitoriza sólo unos pocos iones de interés; SIM no monitoriza regiones del espectro vacías o que no tienen iones de interés.

SIM puede mejorar el límite de detección y disminuir la duración del análisis, pero también puede reducir la especificidad. Dado que SIM monitoriza sólo iones específicos, cualquier compuesto que se fragmente para producir dichos iones aparecerá para ser el compuesto diana. El resultado puede ser un positivo falso.

Selected Reaction Monitoring (SRM, monitorizar reacciones seleccionadas)

Selected reaction monitoring (SRM, monitorizar reacciones seleccionadas) monitoriza una reacción o conjunto de reacciones particulares, como la fragmentación de un ión o la pérdida de una fracción neutra.

SRM monitoriza un número limitado de pares de iones precursores o producto. En los ensayos con iones producto, se selecciona un ión precursor de forma habitual, pero por lo general solo se monitoriza un ión producto. Normalmente, los ensayos con barridos SRM se llevan a cabo con el modo de barrido de iones producto.

Al igual que SIM, SRM permite el análisis rápido de componentes residuales en mezclas complejas. No obstante, dado que SRM selecciona dos conjuntos de iones, obtiene una especificidad mucho mayor que la que se puede lograr con SIM. Cualquier compuesto interferente no sólo tendría que formar un producto de fuente de iones (ión precursor) con igual relación masa-carga que el ión precursor seleccionado del compuesto diana, sino que dicho ión precursor tendría que formar también un ión producto de igual relación masa-carga que el ión producto seleccionado del compuesto diana.

AutoSIM

En el tipo de barrido conocido como AutoSIM, el espectrómetro de masas selecciona automáticamente las masas más intensas (valores *m/z*) de un espectro general, genera una lista de barridos SIM para ellas y, a continuación, adquiere y registra la corriente iónica en sólo esas masas seleccionadas. Los barridos AutoSIM se pueden realizar en cualquier barrido completo de cualquier modo de barrido salvo los barridos dependientes de datos.

En ocasiones puede producirse el solapamiento de los rangos de barrido de dos (o más) masas seleccionadas. En tal caso, ambas masas se colocan en una ventana SIM. En el programa EZ Tune, la tabla SIM del cuadro de diálogo Define Scan muestra la masa central de esta nueva ventana de barrido, no cada una de las masas seleccionadas

Tipos de datos

Es posible adquirir y presentar datos espectrales de masas (intensidad frente a relación masa-carga) con el espectrómetro de masas TSQ ajustado en uno de los dos tipos de datos siguientes:

- Datos perfil
- Datos centroide

Datos perfil

Los datos perfil permiten ver la forma de los picos del espectro de masas. Cada unidad de masa atómica se divide en muchos intervalos de muestreo. La intensidad de la corriente iónica se determina en cada uno de los intervalos de muestreo. Este tipo de datos muestra la intensidad en cada uno de los intervalos de muestreo con las intensidades conectadas por una línea continua. En general, utilice el tipo de datos perfil para barrido cuando sintonice y calibre el espectrómetro de masas para poder ver y medir con facilidad la resolución de las masas.

Datos centroide

Los datos centroide muestran el espectro de masas como un gráfico de barras y suman las intensidades de cada conjunto de varios intervalos de muestreo. Esta suma se muestra frente al centrado integral de masa de los intervalos de muestreo. En general, utilice la adquisición de datos centroide para tener mayor velocidad de barrido. El procesamiento de datos centroide también es más rápido.

Rango de masas/cargas

El espectrómetro de masas TSQ puede trabajar en un rango de masas/cargas de 10 a 3000 Da (TSQ Quantum™ Access™, TSQ Quantum Access MAX, TSQ Vantage EMR™ y TSQ Quantum Ultra EMR™) o de 10 a 1500 Da (TSQ Vantage™, TSQ Vantage AM, TSQ Quantum Ultra™ y TSQ Quantum Ultra AM).

Descripción funcional

En este capítulo se describen los componentes principales del sistema TSQ y sus respectivas funciones.

Contenido

- Inyector automático (opcional)
- Cromatógrafo de líquidos (opcional)
- Espectrómetro de masas
- Sistema de datos

En la Figura 5 se muestra un diagrama de bloques funcional del espectrómetro de masas TSQ. Una línea de transferencia de muestras conecta el cromatógrafo de líquidos (LC) al espectrómetro de masas. El inyector automático de muestras y el LC se instalan habitualmente a la izquierda del espectrómetro de masas. La bomba de jeringa y la válvula de inyección/desvío están integradas en el bastidor del espectrómetro de masas.

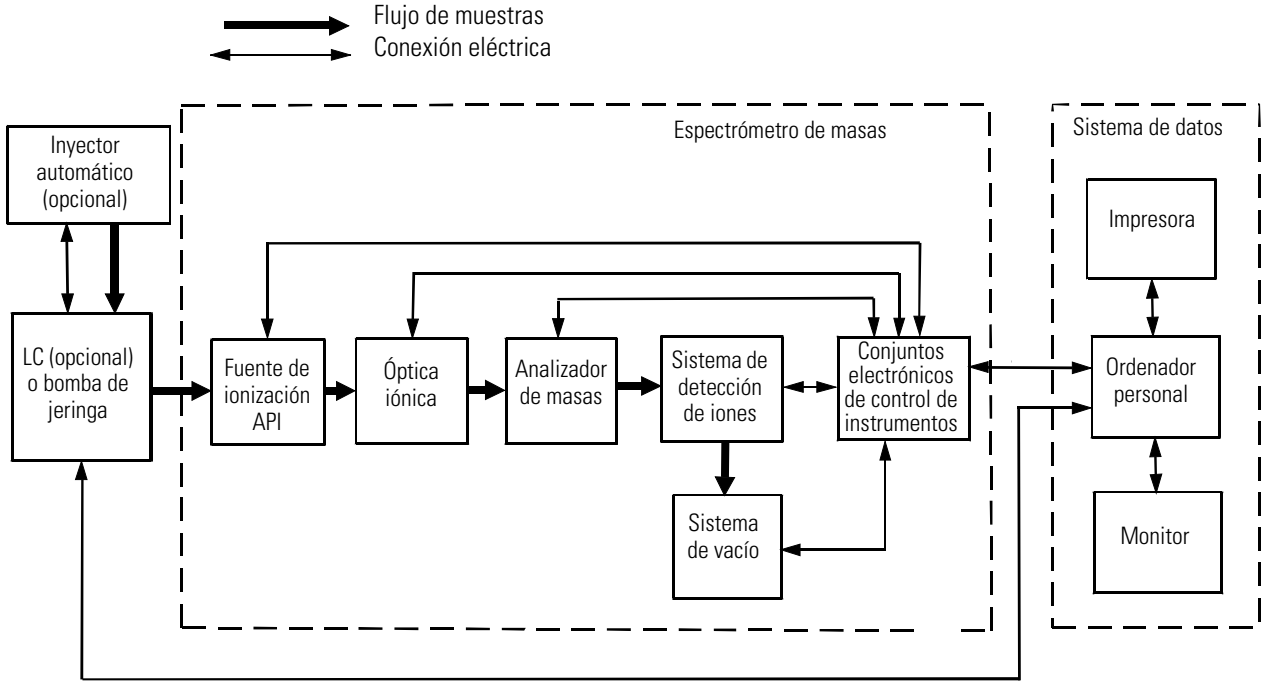
En un análisis normal existen varios métodos para introducir la muestra:

- Mediante la bomba de jeringa (infusión directa)
- Mediante la válvula de inyección/desvío equipada con un bucle y un LC (análisis por inyección en flujo)
- Mediante la válvula de inyección/desvío y LC con columna (LC/MS)

En los análisis por LC/MS, la muestra se inyecta en una columna de LC. A continuación, la muestra se separa en varios componentes. Los componentes se eluyen de la columna del LC y pasan al espectrómetro de masas donde se analizan.

La ionización por electrospray (ESI), la ionización por electrospray calentado (H-ESI), la ionización por nanospray (NSI), la fotoionización a presión atmosférica (APPI) o la ionización química a presión atmosférica (APCI) ioniza las moléculas de la muestra a presión atmosférica. La óptica iónica enfoca y acelera los iones resultantes para introducirlos en el analizador de masas, donde se analizan según su relación masa-carga. Un sistema de detección de iones produce a continuación una señal proporcional al número de iones detectados. La electrónica del sistema recibe y amplifica la señal de la corriente de los iones procedente del sistema de detección de iones. Entonces, esa señal pasa al sistema de datos para procesarlos, almacenarlos y presentarlos. El sistema de datos proporciona la interfaz de usuario principal del espectrómetro de masas TSQ.

Figura 5. Diagrama de bloques funcional del sistema TSQ



Inyector automático

El inyector automático (opcional) inyecta automáticamente las muestras en la entrada del cromatógrafo de líquidos (LC). El ordenador del sistema de datos del TSQ puede controlar la mayoría de inyectores automáticos. El inyector automático permite automatizar los análisis LC/MS.

Las señales de inicio/parada del inyector automático con el espectrómetro de masas TSQ se proporcionan mediante cierre de contactos. Para obtener información sobre la conexión de un inyector automático al espectrómetro de masas por cierre de contactos, consulte la *Guía para la conexión de la serie TSQ*.

El inyector automático se configura en el ordenador del sistema de datos. Seleccione el botón de inyector automático apropiado en la ventana de configuración de instrumentos con la selección de **Inicio > Todos los programas > Xcalibur > Instrument Configuration**. Para obtener la descripción de las opciones de configuración del inyector automático, consulte la Ayuda de Xcalibur.

El sistema de datos se emplea también para configurar el inyector automático para inyectar muestras. Elija **Inicio > Todos los programas > Xcalibur > Xcalibur** y haga clic en **Instrument Setup** para abrir la ventana de configuración de instrumentos. A continuación, haga clic en el icono de inyector automático apropiado para abrir la página Autosampler. Para obtener instrucciones sobre el funcionamiento del inyector automático, consulte la Ayuda.

Para obtener información sobre cómo utilizar el panel frontal (teclado) (de haberlo) o sobre procedimientos de mantenimiento, consulte la documentación provista con el inyector automático.

Cromatógrafo de líquidos

El cromatógrafo de líquidos (LC) (opcional) separa los componentes químicos que forman la mezcla de muestra mediante cromatografía de líquidos. En la cromatografía de líquidos, la mezcla de la muestra se separa entre una fase estacionaria sólida de gran superficie y una fase móvil líquida que se infiltra en la fase estacionaria. La estructura molecular de cada componente de la mezcla determina el orden en que cada componente se eluye del LC y se introduce en el espectrómetro de masas.

El ordenador del sistema de datos del TSQ permite controlar directamente la mayoría de equipos LC y detectores de luz ultravioleta (UV) correspondientes. El caudal puede ajustarse de 0 a 1000 µL/min. Para obtener información sobre la conexión de un LC con el espectrómetro de masas TSQ, consulte la *Guía para la conexión de la serie TSQ*.

El LC se configura en el ordenador del sistema de datos. Seleccione el botón del LC apropiado en la ventana de configuración de instrumentos con la selección de **Inicio > Todos los programas > Xcalibur > Instrument Configuration**. Para obtener la descripción de las opciones de configuración del LC, consulte la Ayuda de Xcalibur.

El sistema de datos se emplea también para configurar el LC. Elija **Inicio > Todos los programas > Xcalibur > Xcalibur** y haga clic en **Instrument Setup** para abrir la ventana de configuración de instrumentos. A continuación, haga clic en el icono de LC apropiado para abrir la página LC. Para obtener instrucciones sobre el funcionamiento del LC, consulte la Ayuda.

Para obtener información sobre cómo utilizar el panel frontal (teclado) (de haberlo) o sobre procedimientos de mantenimiento, consulte la documentación provista con el LC.

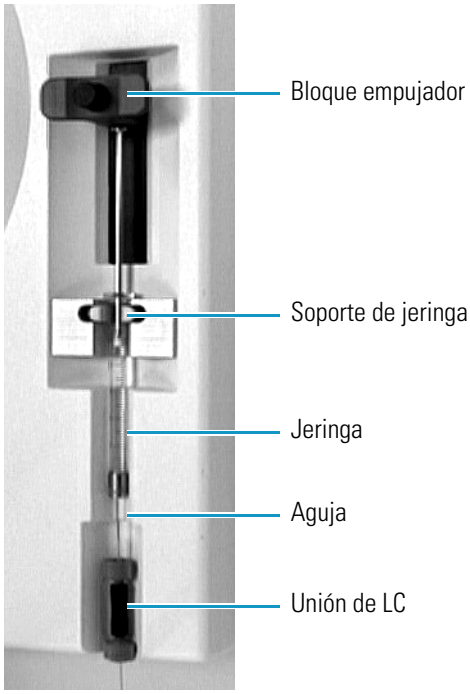
Bomba de jeringa

El espectrómetro de masas TSQ incluye una bomba de jeringa controlada electrónicamente. Vea la Figura 6. La bomba de jeringa introduce la solución de la mezcla de la jeringa en la fuente de ionización a presión atmosférica (API). Cuando la bomba de jeringa está en funcionamiento, un motor acciona un bloque empujador que presiona el pistón de la jeringa a una velocidad del uno por ciento del volumen de la jeringa por minuto. A medida que se presiona el pistón, el líquido fluye de la aguja de la jeringa y entra en la línea de transferencia. El soporte de jeringa la mantiene fija. Para obtener instrucciones sobre la configuración de la bomba de jeringa, consulte el *Manual de Puesta en Marcha de la serie TSQ* o la *Guía para la conexión de la serie TSQ*.

Puede poner en marcha y detener la bomba de jeringa desde la ventana EZ Tune, a la que se accede con la selección de **Inicio > Programas > Thermo Instruments > TSQ > TSQ Tune**. Para obtener instrucciones sobre el control de la bomba de jeringa desde el sistema de datos, consulte la Ayuda de EZ Tune. También puede iniciar y detener la bomba de jeringa pulsando el botón de la bomba de jeringa. Manteniendo pulsado el botón, la bomba de jeringa se puede hacer funcionar en modo Purge, en el que el caudal es el cinco por ciento del volumen de la jeringa por segundo.

El indicador luminoso (LED, diodo emisor de luz) de la bomba de jeringa Syringe Pump (vea la Figura 9 y la Figura 10) se ilumina en verde cuando ésta bombea. El indicador luminoso se ilumina en amarillo cuando la bomba de jeringa alcanza el final de su recorrido.

Figura 6. Bomba de jeringa



Válvula de inyección/desvío

La válvula de inyección/desvío Rheodyne™ 7750E-185 es una válvula de seis vías de acero inoxidable y motorizada que conmuta entre dos posiciones: carga e inyección. Esta válvula se encuentra situada en la parte frontal del espectrómetro de masas TSQ, encima de la fuente de API. Vea la Figura 7. Puede configurar (instalar) la válvula como inyector de bucle (para análisis por inyección en flujo) o como válvula de desvío. Vea la Figura 8. La válvula de desvío permite enviar el frente de disolvente, el punto final del gradiente o cualquier otra porción del proceso del LC a desecho. El *Manual de puesta en marcha de la serie TSQ* ofrece procedimientos para configurar la válvula como válvula de bucle o válvula de desvío.

La válvula de inyección/desvío puede controlarse desde el sistema de datos. Los parámetros de esta válvula se especifican en la página Divert Valve, accesible desde la ventana de configuración de instrumentos (Instrument Setup). Para obtener instrucciones sobre el control de la válvula de inyección/desvío desde el sistema de datos, consulte la Ayuda.

También se puede utilizar el botón de la válvula de inyección/desvío para desviar el flujo del LC entre el espectrómetro de masas y el desecho cuando la válvula esté configurada como válvula de desvío, o cambiar entre los modos de carga e inyección cuando la válvula esté configurada como inyector de bucle.

Figura 7. Válvula de inyección/desvío

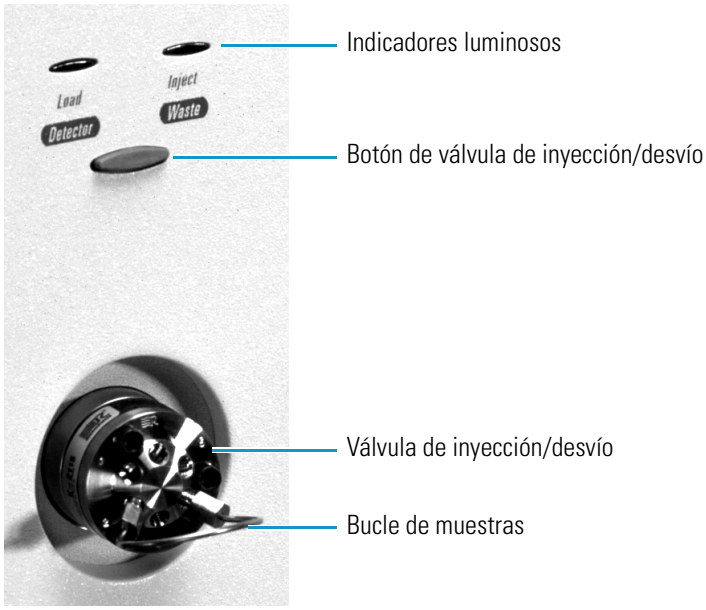
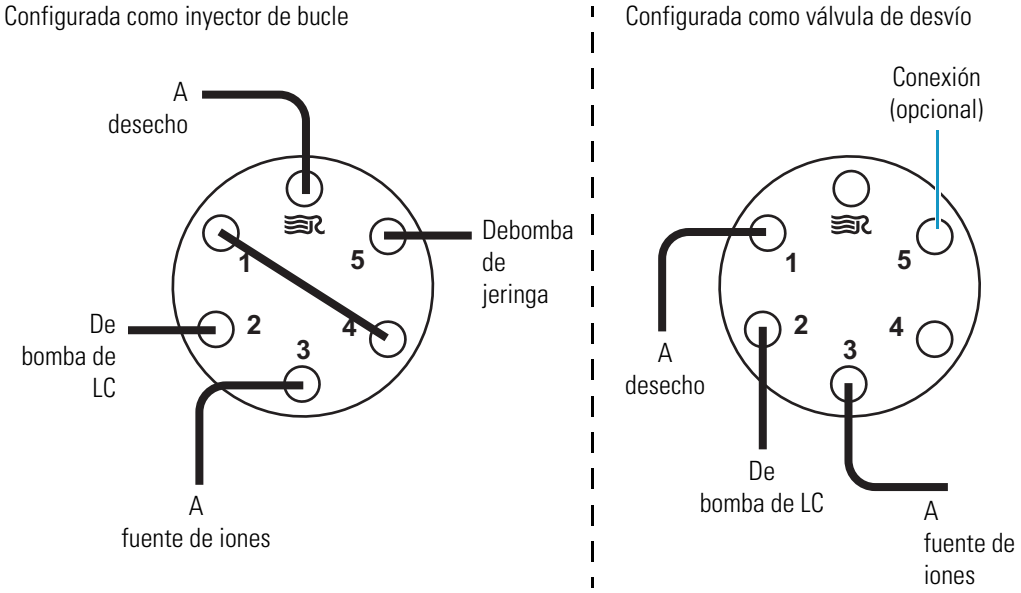


Figura 8. Válvula de inyección/desvío configurada como inyector de bucle y como válvula de desvío



Espectrómetro de masas

El espectrómetro de masas proporciona la ionización de las muestras y el análisis de masas de las muestras inyectadas o eluidas del cromatógrafo de líquidos. El espectrómetro de masas TSQ utiliza un analizador de masas triple cuadrupolo con fuente de iones fuera del analizador de masas. A continuación se incluyen varias características importantes del espectrómetro de masas TSQ:

- Alta sensibilidad y resolución
- *Rango de masas m/z* desde 10 hasta 3000 para sistemas TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX, TSQ Vantage y TSQ Quantum Ultra con conjuntos electrónicos de rango de masas ampliado (EMR) instalados; y rango de masas *m/z* desde 10 hasta 1500 para sistemas TSQ Vantage, TSQ Vantage AM, TSQ Quantum Ultra y TSQ Quantum Ultra AM sin conjuntos electrónicos de rango de masas ampliado
- Modos de ionización ESI, H-ESI, NSI, APPI y APCI
- Modos de polaridad positiva y negativa de iones
- Modos de barrido MS y MS/MS
- Tipos de barrido Full Scan, SIM, SRM, AutoSIM y dependiente de datos

El espectrómetro de masas incluye los componentes siguientes:

- Mandos e indicadores
- Fuente de ionización API
- Vista de corte transversal de la interfaz de la fuente de iones, óptica iónica Q00 y óptica iónica Q0 de los sistemas TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX y TSQ Quantum Ultra
- Óptica iónica
- Analizador de masas
- Sistema de detección de iones
- Equipos del sistema de vacío y de admisión de gases
- Conjuntos electrónicos

Mandos e indicadores

En la parte superior derecha del panel frontal del espectrómetro de masas hay seis indicadores luminosos. Vea la Figura 9 (TSQ Vantage, TSQ Quantum Access o TSQ Quantum Access MAX) y la Figura 10 (TSQ Quantum Ultra).

Figura 9. Indicadores luminosos del panel frontal de los espectrómetro de masas TSQ Vantage, TSQ Quantum Access o TSQ Quantum Access MAX

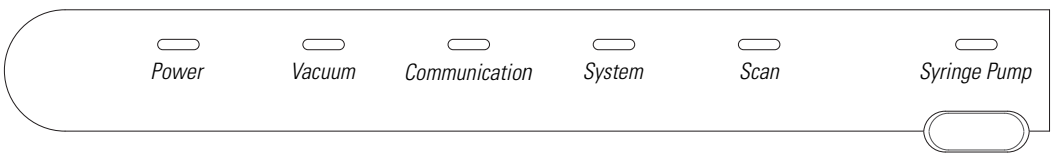
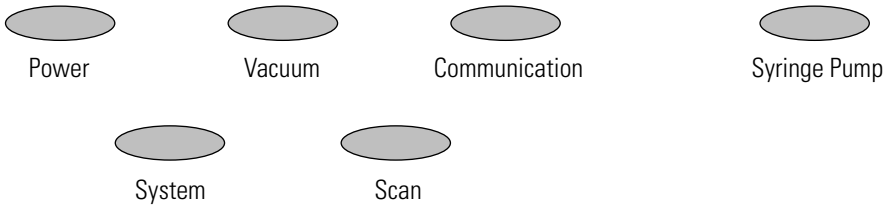


Figura 10. Indicadores luminosos del panel frontal del espectrómetro de masas TSQ Quantum Ultra



El indicador luminoso de alimentación (Power) se ilumina en verde siempre que se suministra energía al sistema de vacío y a los conjuntos electrónicos del espectrómetro de masas.

El indicador luminoso de vacío (Vacuum) se ilumina en amarillo cuando la bomba turbomolecular está cerca de alcanzar su velocidad de funcionamiento (80 por ciento de su velocidad de funcionamiento de 750 MHz) y ya es seguro encender el medidor de ionización. Cuando la bomba turbomolecular no tiene la velocidad adecuada, el indicador luminoso de vacío permanece apagado. El indicador luminoso de vacío se ilumina en verde siempre que la presión de la cámara del analizador es igual o inferior al valor requerido para permitir altas tensiones en el analizador de masas (7×10^{-4} Torr).

El indicador luminoso de comunicación (Communication) se ilumina en amarillo cuando el espectrómetro de masas y el sistema de datos intentan establecer un enlace de comunicación. El indicador luminoso de comunicación se ilumina en verde cuando el enlace de comunicación Ethernet entre el espectrómetro de masas y el sistema de datos se ha efectuado.

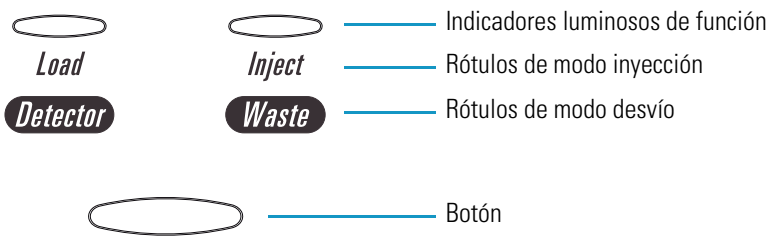
El indicador luminoso de sistema (System) se ilumina en amarillo siempre que el espectrómetro de masas se encuentra en espera (Standby), esto es, cuando no se suministra alta tensión a la fuente iónica, el analizador de masas o el sistema de detección, pero el espectrómetro de masas está encendido. El indicador luminoso de sistema se ilumina en verde siempre que se activa el alto voltaje y el sistema se encuentra encendido. El alto voltaje se activa cuando la cámara del analizador se encuentra por debajo de 7×10^{-4} Torr.

El indicador luminoso de barrido (Scan) parpadea en color azul siempre que el espectrómetro de masas está encendido y barriendo iones.

El indicador luminoso de bomba de jeringa (Syringe Pump)se ilumina en verde siempre que la bomba de jeringa bombea. El indicador luminoso se ilumina en amarillo cuando la bomba de jeringa alcanza el final de su recorrido.

En el panel frontal y encima de la válvula de inyección/desvío hay dos indicadores luminosos más y un botón interruptor. Vea la Figura 11. Cuando la válvula de inyección/desvío está configurada para inyección con bucle, el botón de la válvula de inyección/desvío conmuta la válvula entre los modos de carga e inyección, lo que se señala con los rótulos correspondientes (*Load* e *Inject*).

Figura 11. Botón e indicadores luminosos de válvula de inyección/desvío



Cuando la válvula de inyección/desvío está configurada para funcionamiento con válvula de desvío, el botón de la válvula de inyección/desvío conmuta el flujo del LC entre el espectrómetro de masas y el contenedor de desecho, lo que se señala con los rótulos de detector y desecho (*Detector* y *Waste*).

El interruptor principal de circuito de alimentación (rótulo Main Power) se encuentra en el cuadro de alimentación, en la esquina inferior derecha del panel lateral derecho del espectrómetro de masas. Vea la Figura 12 y la Figura 13. En la posición de apagado (O), el interruptor corta la corriente del espectrómetro de masas, bombas de vacío incluidas. En la posición de encendido (|), el espectrómetro de masas recibe corriente. En el modo de funcionamiento normal, el interruptor se mantiene en la posición de encendido (|).

Figura 12. Cuadro de alimentación de los sistemas TSQ Vantage y TSQ Quantum Ultra

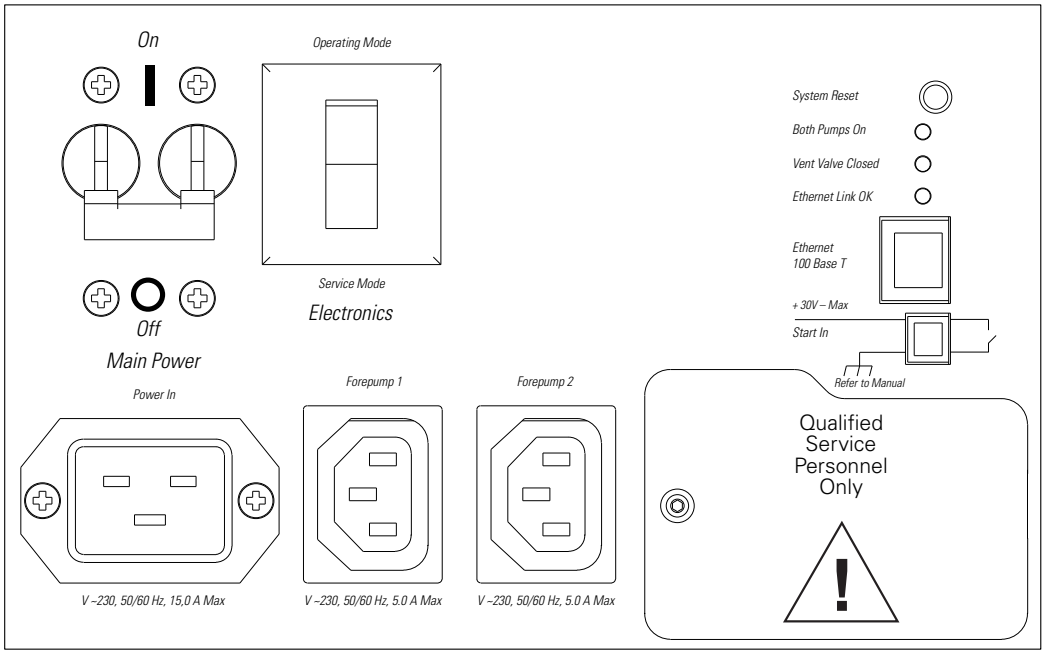
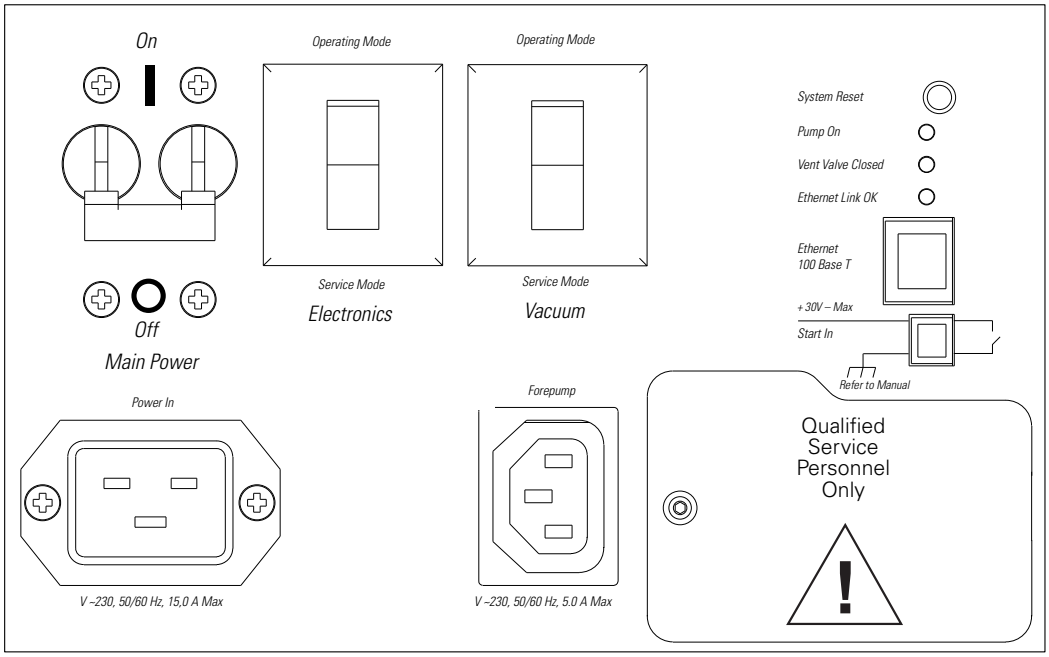


Figura 13. Cuadro de alimentación de los sistemas TSQ Quantum Access y TSQ Quantum Access MAX, que muestra los interruptores y los LED



El interruptor de servicio de la electrónica (rótulo Electronics) se encuentra junto al interruptor principal de circuito de alimentación del cuadro de alimentación del espectrómetro de masas (Figura 12 y Figura 13). En la posición del modo de servicio (Service Mode), el interruptor corta la corriente a todos los componentes del espectrómetro de masas, salvo el sistema de vacío. La posición del modo de funcionamiento (Operating Mode) suministra corriente a todos los componentes del sistema del espectrómetro de masas, salvo el sistema de vacío.

En los sistema TSQ Quantum Access y TSQ Quantum Access MAX, hay un interruptor de servicio de vacío (rótulo Vacuum) junto al interruptor de servicio Electronics del cuadro de alimentación del espectrómetro de masas (Figura 13). En la posición del modo de servicio (Service Mode), el interruptor corta la corriente a todos los componentes del sistema de vacío (bomba rotatoria mecánica de alto vacío, bomba turbomolecular y controlador de bomba turbomolecular incluidos). En posición de modo de funcionamiento (Operating Mode), suministra corriente a todos los componentes del sistema de vacío del espectrómetro de masas.

El botón de reinicio del sistema (System Reset) se encuentra también en el cuadro de alimentación del espectrómetro de masas. Cuando se pulsa este botón, el ordenador incorporado en la tarjeta PCI de control del sistema se reinicia. A continuación, el software del espectrómetro de masas TSQ se carga de nuevo desde el sistema de. Para obtener información sobre cómo reiniciar el espectrómetro de masas, consulte “Reinicio del espectrómetro de masas” en la página 54.

El cuadro de alimentación tiene tres indicadores luminosos:

- El indicador luminoso Pump On se ilumina en verde cuando el sensor de corriente de la bomba rotatoria mecánica de alto vacío detecta corriente entrante. El indicador luminoso se apaga cuando este sensor no detecta corriente en la bomba rotatoria. Si el sensor de corriente detecta una pérdida de corriente cuando el TSQ está encendido, se desconecta la alta tensión y el sistema de vacío se purga.

- El indicador luminoso de válvula de purga cerrada (Vent Valve Closed) se ilumina siempre que el sensor de corriente de la válvula de purga detecta el paso de corriente por la misma y ésta está cerrada. El indicador luminoso se apaga cuando la válvula de purga se abre.
- El indicador luminoso Ethernet Link OK se ilumina en verde cuando la tarjeta PCI de control del sistema se comunica con el PC del sistema de datos. El indicador luminoso se apaga cuando no hay comunicación entre la tarjeta PCI de control del sistema y el PC del sistema de datos.

PRECAUCIÓN Para desconectar toda la alimentación del espectrómetro de masas en una emergencia, coloque el interruptor principal de circuito de alimentación (rótulo Main Power) en la posición de apagado (O).

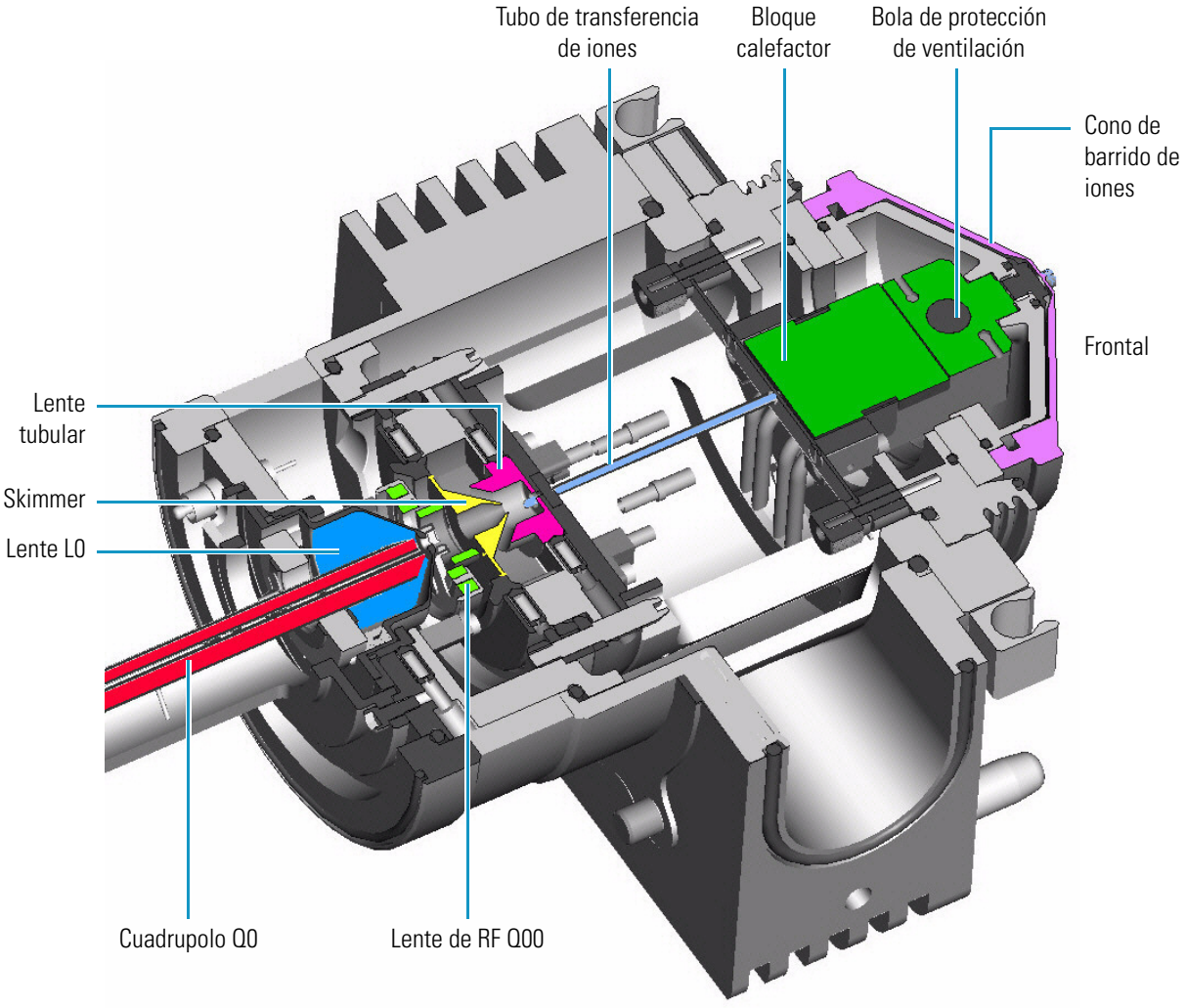
Fuente de ionización API

La fuente de ionización a presión atmosférica (API) forma iones de la muestra en fase gaseosa a partir de moléculas de la muestra que eluyen del LC o se introducen mediante la bomba de jeringa. La fuente de API se puede hacer funcionar en los modos de ionización por electrospray (ESI), ionización por electrospray calentado (H-ESI), ionización por nanospray (NSI), fotoionización a presión atmosférica (APPI) o ionización química a presión atmosférica (APCI). Para obtener más información sobre la fuente de ionización API, consulte los manuales *Manual de equipos de fuente de ionización API Ion Max e Ion Max-S, Guía del usuario de la sonda H-ESI, Ion Max APPI Source Operator's Manual* o *Manual del operador de la fuente de iones de nanospray.*

Interfaz de la fuente de iones

La fuente de iones consta de los componentes de la fuente de API que se mantienen al vacío (salvo en el lado de presión atmosférica del cono de barrido de iones). La interfaz de fuente de iones incluye un tubo de transferencia de iones, dos cartuchos calefactores, un bloque calefactor, un sensor de sonda de platino, una bola de protección de ventilación y un cono de barrido de iones. Vea la Figura 14.

Figura 14. Vista de corte transversal de la interfaz de la fuente de iones, óptica iónica Q00 y óptica iónica Q0 de los sistemas TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX y TSQ Quantum Ultra



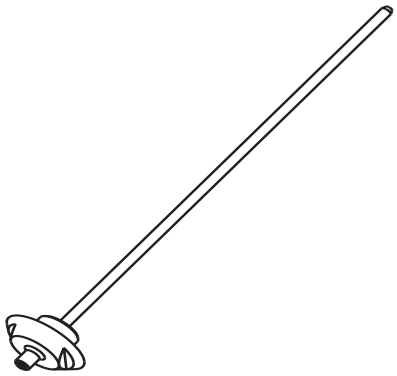
El tubo de transferencia de iones ayuda a la desolvatación de los iones producidos por la sonda de API. Se trata de un tubo cilíndrico de metal alargado de 10,16 cm (4 pulg.) en los sistemas TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX y TSQ Quantum Ultra, y de 5,84 cm (2,3 pulg.) en el sistema TSQ Vantage. Vea la Figura 15. El bloque calefactor tiene incorporados dos cartuchos calefactores. El bloque calefactor rodea al tubo de transferencia de iones y lo calienta a temperaturas de hasta 400 °C. Un sensor de sonda de platino mide la temperatura del bloque calefactor. Las temperaturas habituales del tubo de transferencia de iones son de 270 °C para ESI y de 250 °C para APCI, pero varían con el caudal y la composición de la fase móvil. Un gradiente de presión decreciente extrae los iones al tubo de transferencia de iones en la zona de presión atmosférica y los transporta a la zona del tubo de transferencia de iones-skimmer del distribuidor de vacío. Un potencial de por lo general ± 35 V (positivo para iones positivos y negativo para iones negativos) ayuda a repeler los iones procedentes del tubo de transferencia de iones hacia el skimmer. La bola de protección de ventilación cae en el espacio

ocupado por el tubo de transferencia de iones cuando se retira el tubo, lo que evita la entrada de aire en el distribuidor de vacío. La bola de protección de ventilación permite retirar el tubo de transferencia de iones para su limpieza sin ventilar el sistema.

El cono de barrido de iones es un cono metálico situado encima del tubo de transferencia de iones. El cono de barrido de iones canaliza el gas de barrido hacia la entrada del tubo.

La interfaz de fuente de iones se encuentra encerrada en una cámara de vacío generado por la bomba rotatoria de alto vacío a una presión aproximada de 1,5 Torr.

Figura 15. Tubo detransferencia de iones



Frontal

Óptica iónica

La óptica iónica enfoca los iones producidos en la fuente de iones y los transmite al analizador de masas. El espectrómetro de masas TSQ utiliza dos elementos de óptica iónica:

- Óptica iónica Q00
- Óptica iónica Q0

Óptica iónica Q00

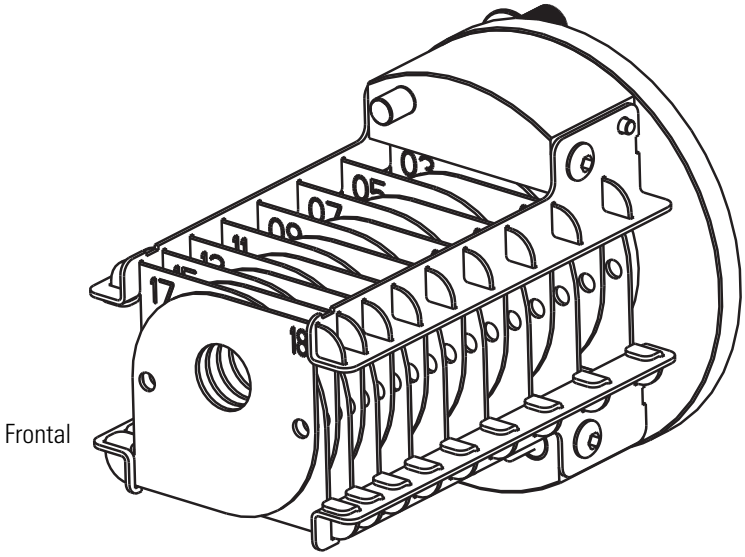
La óptica iónica Q00 es la que se encuentra más próxima a la fuente de API. La óptica iónica Q00 incluye la lente tubular y el skimmer o la lente S y la lente de salida, la lente de RF Q00, la caja de la interfaz de la fuente de iones y la lente L0. Vea la Figura 14.

En los sistemas TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX y TSQ Quantum Ultra, los iones procedentes del tubo de transferencia de iones entran en la lente tubular. Vea la Figura 16. La lente tubular tiene un potencial que depende de la masa que se le aplica para enfocar los iones hacia la abertura del skimmer. Un potencial adicional que oscila entre 0 y ± 250 V (positivo para iones positivos y negativo para iones negativos), denominado tensión de offset de la lente tubular, se puede aplicar a ésta. Esto acelera los iones hacia el gas presente en la zona del tubo de transferencia de iones-skimmer. Las colisiones con el gas presente en la zona ayudan a desolvatar los iones y aumentan la sensibilidad. Sin embargo, si la tensión de offset de la lente tubular es demasiado alta, las colisiones con el gas presente pueden ser lo suficientemente energéticas como para causar la fragmentación de los iones. Esta fragmentación, denominada disociación inducida por colisión (CID) de los iones, reduce la sensibilidad. Cuando se sintoniza el espectrómetro de masas TSQ, se ajusta la tensión de offset de la lente tubular para maximizar la sensibilidad equilibrando la desolvatación con la fragmentación.

Figura 16. Lente tubular de los sistemas TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX y TSQ Quantum Ultra

El sistema TSQ Vantage utiliza una lente S y una lente de salida, en vez de una lente tubular y un skimmer. La lente S es un dispositivo de transmisión de iones que consiste en electrodos de acero inoxidable espaciados progresivamente. Vea la Figura 17. A los electrodos se les aplica un voltaje de RF de 650 kHz, y los electrodos adyacentes tienen voltajes de la fase opuesta. A medida que aumenta la amplitud de la RF, iones de relaciones masa-carga progresivamente más altas pasan a través hasta la lente de salida. Durante el procedimiento de sintonización, el TSQ Vantage determina las amplitudes de RF dependientes de la masa para optimizar la transmisión de iones a través de la lente. La amplitud máxima es de 300 V pico a pico.

Figura 17. Lente S del sistema TSQ Vantage



Los iones procedentes de la lente tubular o de la lente S pasan por el skimmer (Figura 18) o la lente de salida (Figura 19) y se desplazan hacia la lente de RF Q00. El skimmer y la lente de salida actúan como un desviador de vacío entre la zona de la interfaz de la fuente de iones sometida a presión más alta (a 1,5 Torr) y la zona de la óptica iónica de Q00 de presión inferior (a 50 mTorr) del distribuidor de vacío. Las aberturas del skimmer y la lente de salida se desvían con respecto al interior del tubo de transferencia de iones. Este ajuste reduce el número de partículas cargadas grandes que pasan por el skimmer o la lente de salida y entran en el analizador de masas, lo que reduce el ruido del detector. La lente tubular y el skimmer, o la lente S y la lente de salida, se montan sobre la caja de la interfaz de la fuente de iones.

Figura 18. Skimmer de los sistemas TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX y TSQ Quantum Ultra

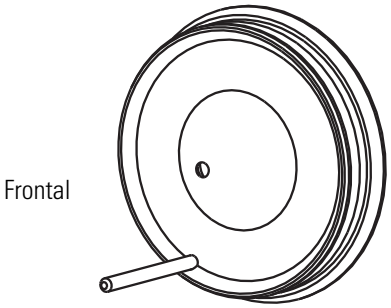
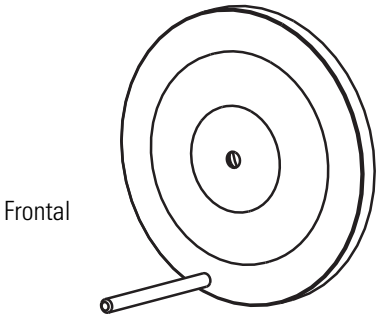
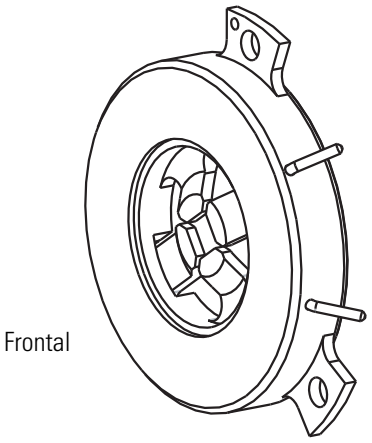


Figura 19. Lente de salida del TSQ Vantage



La lente de RF Q00 es un conjunto cuadrado de elementos metálicos delgados que actúan como un dispositivo de enfoque de iones. Vea la Figura 20. El voltaje de RF que se aplica a los elementos lleva a conseguir un campo eléctrico que enfoca a los iones por el eje de la lente. Un diferencial de tensión de CC con tierra aplicada al Q00 (denominada tensión de offset de Q00) incrementa la energía cinética de traslación de los iones que salen del skimmer. Durante el enfoque de iones, la tensión de offset es negativa para los iones positivos y positiva para los iones negativos. El incremento de la tensión de offset incrementa la energía cinética de traslación de los iones. Los valores típicos de la tensión de offset de Q00 son 0 y ± 4 V (negativa para iones positivos y positiva para iones negativos).

Figura 20. Lente de RF de Q00



La CID de la fuente se puede realizar también con el incremento de la tensión de offset de CC entre el skimmer, que se encuentra a potencial de tierra, y el resto del espectrómetro de masas empezando con Q00. Para ajustar este potencial se utiliza el parámetro Source CID del software Tune Master.

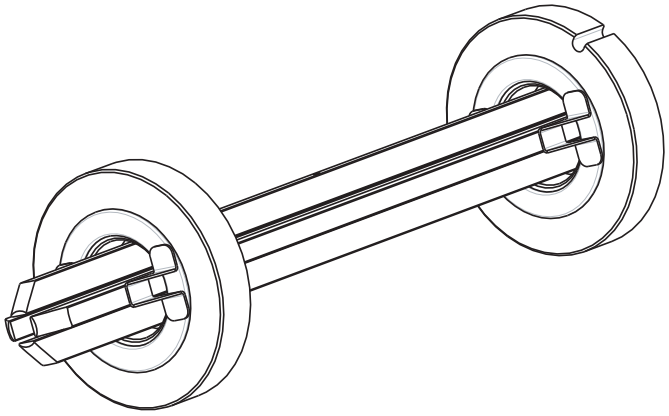
La lente L0 es un cilindro de metal con un pequeño orificio en un extremo por el que puede pasar el haz de iones. Para ayudar a transmitir iones, se aplica un potencial en torno a 0 y ± 3 V (negativo para iones positivos y positivo para iones negativos) a la lente L0. La lente L0 también actúa como desviador de vacío entre las cámaras de óptica iónica Q00 y Q0.

Óptica iónica Q0

La óptica iónica Q0 transmite iones desde la óptica iónica Q00 hasta el analizador de masas. La óptica iónica Q0 incluye el cuadrupolo Q0 y las lentes L11 y L12.

El cuadrupolo Q0 es un conjunto cuadrado de barras de perfil cuadrado que actúa como dispositivo de transmisión de iones. Vea la Figura 21. El voltaje de RF que se aplica a las barras lleva a conseguir un campo eléctrico que enfoca a los iones por el eje de la lente. El incremento de la tensión de offset de Q0 incrementa la energía cinética de traslación de los iones que salen de Q00.

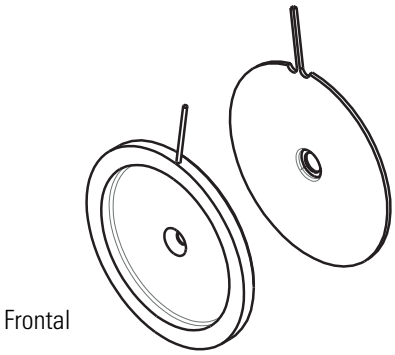
Figura 21. Cuadrupolo Q0



La tensión de offset de Q0 también puede utilizarse para fragmentar iones. En la disociación inducida por colisión de los iones de la fuente, la tensión de offset (en torno a -30 V y +30 V) transmite a los iones la suficiente energía cinética como para que cuando colisionen con el disolvente o con las moléculas de aire, se disocien para formar iones producto. La energía cinética de traslación transmitida a los iones determina el grado de disociación. A energías bajas, los aductos de iones se convierten en iones de muestra por disociación inducida por colisión sin fragmentación. A energías más altas, los iones moleculares se pueden fragmentar y permitir así el análisis por espectrometría de masas múltiple MS/MS/MS.

Las lentes L11 y L12 son discos metálicos con un orificio circular en el centro que permite el paso del haz iónico. Vea la Figura 22. Juntas actúan como lente de cono de dos elementos. El potencial eléctrico aplicado a la lente acelera (o desacelera) los iones a medida que se acercan a la lente para enfocar el haz de iones a medida que pasa por la lente. El valor oscila entre 0 y ± 300 V. Las lentes L11 y L12 actúan también como desviador de vacío entre la cámara de la óptica iónica Q0 y la cámara del analizador de masas.

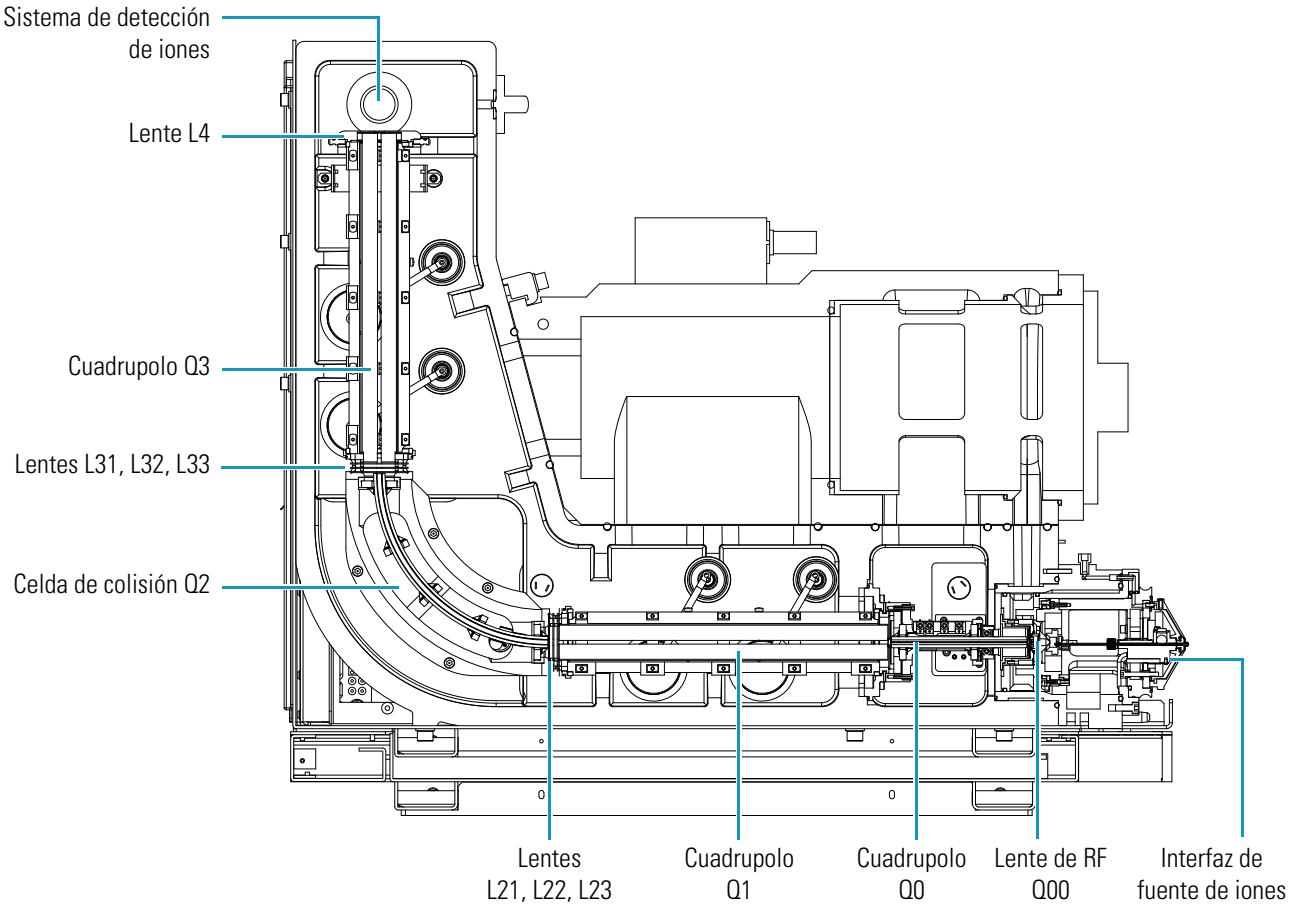
Figura 22. Lentes L11 (izda.) y L12 (dcha.)



Analizador de masas

El analizador de masas separa los iones en base a su relación masa-carga y, a continuación, los pasa al sistema de detección de iones. El analizador de masas del TSQ consta de tres conjuntos de barras cuadrupolo (Q1, Q2 y Q3) y tres conjuntos de lentes. Vea la Figura 23.

Figura 23. Analizador de masas, sistema de detección de iones y óptica iónica



En los siguientes subtemas se analiza el analizador de masas con más detalle:

- Conjuntos de barras cuadrupolo
- Campos de RF y CC aplicados a los cuadrupolos
- Análisis de masas
- Celda de colisión y eficacia de la disociación inducida por colisión (CID)
- Tensión de offset de cuadrupolos
- Lentes de analizador de masas

Conjuntos de barras cuadrupolo

Los tres conjuntos de barras que se utilizan en el espectrómetro de masas TSQ están numerados a partir del extremo de la fuente de iones del distribuidor y se designan Q1, Q2 y Q3. Q1 y Q3 son cuadrupolos que permiten barridos de alta resolución sin pérdida de señal.

Q1 y Q3 son cuadrupolos hiperbólicos de disposición cuadrada mecanizados y alineados con precisión, denominados hiperquads (TSQ Vantage y TSQ Quantum Ultra) o barras redondas de perfil hiperbólico (TSQ Quantum Access y TSQ Quantum Access MAX). Vea la Figura 24 y la Figura 25. Como aislantes eléctricos entre las barras adyacentes se utilizan espaciadores de cuarzo.

Figura 24. Hiperquad Q1 o Q3 de los sistemas TSQ Vantage y TSQ Quantum Ultra

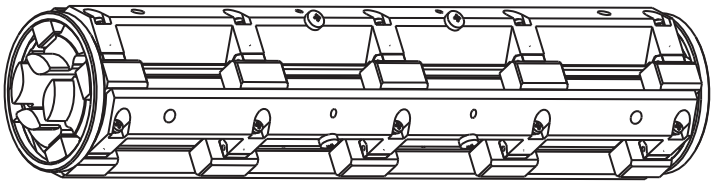
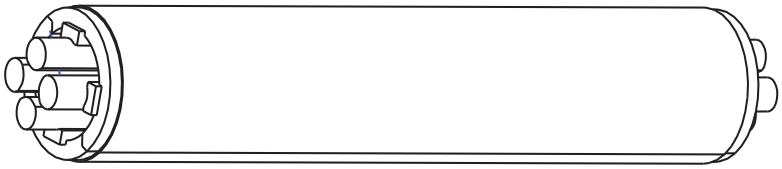
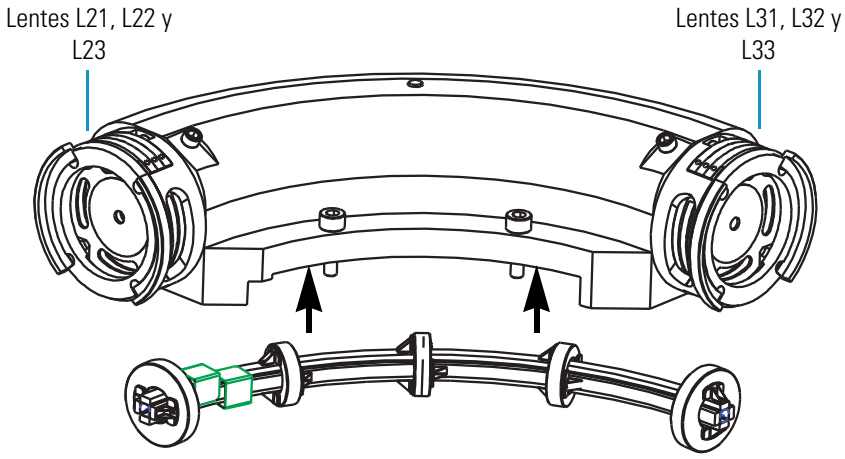


Figura 25. Cuadrupolo Q1 o Q3 de los sistemas TSQ Quantum Access y TSQ Quantum Access MAX



Q2 es un conjunto de barras cuadrupolo de perfil cuadrado. Q2 actúa siempre como dispositivo de transmisión de iones. Las barras cuadrupolo Q2 están curvadas en un arco de 90 grados. Además de reducir el tamaño del instrumento, esta curvatura de las barras evita la transmisión de especies neutras no deseadas al detector y reduce mucho el nivel de ruido de los datos. Q2 es sinónimo del término *celda de colisión*. Desde un punto de vista técnico, la celda de colisión es la cámara que encierra a Q2, donde puede tener lugar la disociación inducida por colisión si el gas de colisión argón está presente. Vea la Figura 26.

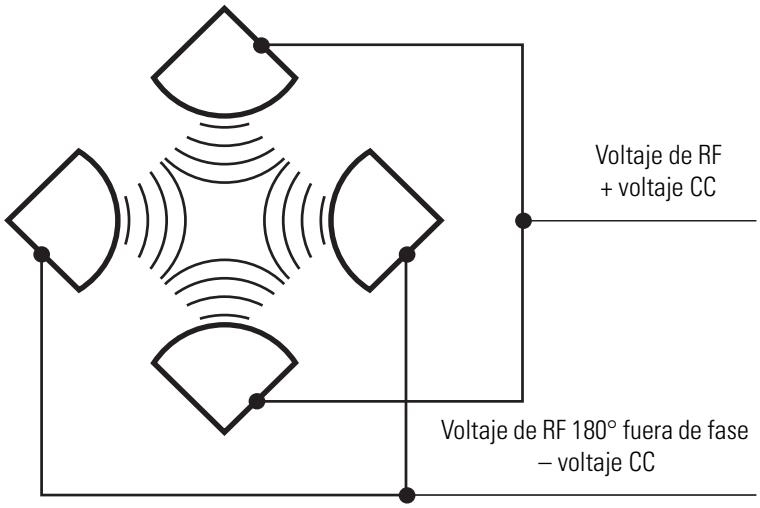
Figura 26. Celda de colisión (arriba), cuadrupolo Q2 (abajo) y lentes



Campos de RF y CC aplicados a los cuadrupolos

En un conjunto de barras cuadrupolo, las cuatro barras pueden considerarse como dos pares de dos barras cada uno, ya que las barras opuestas entre sí se conectan eléctricamente. Las barras se someten a tensión continua y alterna y estos voltajes se escalan durante el barrido. En cada par de barras se aplican tensiones con signo y amplitud iguales. Sin embargo, los voltajes aplicados a los distintos pares de barras tienen la misma amplitud pero signo opuesto. Vea la Figura 27.

Figura 27. Polaridad de voltajes de RF y CC aplicados a las barras de los analizadores de masas Q1 y Q3



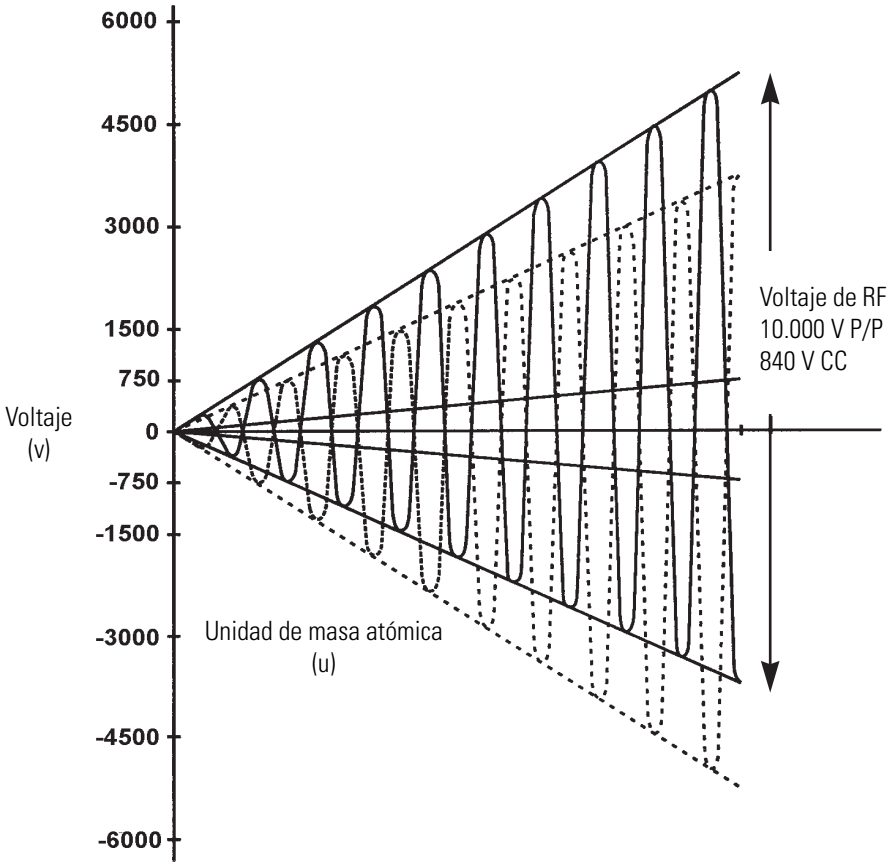
La tensión alterna aplicada a las barras cuadrupolo es de frecuencia constante (1,123 MHz). El voltaje de RF aplicado a las barras varía desde 0 hasta 10000 V pico a pico, y la tensión continua varía desde 0 hasta ± 840 V. En cada par de barras se aplican tensiones con signo y amplitud iguales. Sin embargo, los voltajes aplicados a los distintos pares de barras tienen la misma amplitud pero signo opuesto.

Dado que la frecuencia de esta tensión alterna se encuentra en el rango de radiofrecuencias, se conoce como voltaje de RF. En la Figura 28, la línea continua representa la combinación de voltajes de RF y CC aplicados a un par de barras, y la línea discontinua representa la combinación de voltajes de RF y CC aplicados al otro par de barras. La relación entre voltaje de RF y voltaje de CC determina la capacidad del espectrómetro de masas para separar iones de distinta relación masa-carga.

El primer y tercer conjuntos de barras cuadrupolo (cuadrupolos Q1 y Q3) pueden actuar como analizadores de masas o como dispositivos de transmisión de iones. Cuando se aplican los voltajes de RF y CC, Q1 y Q3 funcionan como analizadores de masas. Cuando solo se aplica voltaje de RF, actúan como dispositivos de transmisión de iones. En el modo de transmisión de iones, los conjuntos de barras cuadrupolo dejan pasar a los iones a una ventana amplia de relaciones carga-masa.

El conjunto de barras de cuadrupolo cuadrado (Q2) funciona únicamente en el modo de transmisión de iones. Encerrando a Q2 hay una celda de colisión donde puede producirse la disociación inducida por colisión (CID) si hay gas de colisión argón.

Figura 28. Magnitud de los voltajes de RF y CC aplicados a las barras de los analizadores de masas Q1 y Q3



Análisis de masas

Los analizadores de masas (Q1 y Q3) son disposiciones cuadradas de barras de perfil hiperbólico o redondo maquinadas y alineadas con precisión. Las barras se cargan con una relación variable de voltaje de RF y CC (Figura 28). Estos potenciales dan lugar a un campo electrostático que provoca oscilaciones estables de los iones con una relación carga-masa específica y oscilaciones inestables a los demás.

En un momento dado, un conjunto de valores de voltaje de RF y CC concreto se aplica a las barras del analizador de masas. En estas condiciones, sólo los iones de una relación masa-carga (por ejemplo, *m/z* 180) se mantienen dentro de las oscilaciones acotadas a medida que su velocidad los transporta por el analizador de masas. Al mismo tiempo, todos los demás iones experimentan oscilaciones no acotadas. Estos iones golpean una de las superficies de las barras, se neutralizan y se impulsan o bien expulsan del conjunto de barras.

Posteriormente, los voltajes de RF y CC cambian, y los iones de la siguiente relación masa-carga (por ejemplo, *m/z* 181) pueden pasar, mientras que otros iones (incluidos los de *m/z* 180) se hacen inestables y experimentan oscilaciones no acotadas. Este proceso prosigue, con la transmisión de los iones de una relación masa-carga tras otra, a medida que los voltajes de RF y CC cambian de valor. Al final del barrido, los voltajes de RF y CC se ponen a cero y el proceso se repite.

El sistema TSQ puede cambiar con rapidez y precisión los potenciales aplicados a las barras cuadrupolo. El barrido de voltaje de RF y CC del espectrómetro de masas TSQ se puede realizar en todo el rango de masas del sistema, *m/z* 10 a 3000, en 0,85 segundos.

Cuanto más cerca se aproxime el campo electrostático generado por un conjunto de barras cuadrupolo a la geometría hiperbólica, mejores características de funcionamiento tendrán. Como resultado de ello, las barras cuadrupolo de precisión del espectrómetro de masas TSQ ofrecen una sensibilidad, forma de pico, resolución y alta transmisión de masas excelentes.

Celda de colisión y eficacia de la disociación inducida por colisión (CID)

En los modos de barrido MS/MS, el TSQ aplica un voltaje elevado de polaridad opuesta a las parejas de barras entre barridos, lo que vacía la celda de colisión. Este proceso garantiza que no queden iones en la celda de colisión entre un barrido y otro.

El conjunto de barras cuadrupolo de la celda de colisión (Q2), que actúa siempre como dispositivo de transmisión de iones, es un conjunto cuadrupolo de barras de perfil cuadrado. Un voltaje de RF variable carga las barras, lo que crea un campo electrostático que provoca oscilaciones estables en los iones que caen en una ventana amplia de relaciones masa-carga.

La celda de colisión rodea a Q2 y por lo general tiene una presión entre 1×10^{-3} y 4×10^{-3} Torr con gas de colisión argón. La celda de colisión es la zona donde se produce la disociación inducida por colisión.

CID es un proceso en el que un ión choca con un átomo o molécula neutral y, a continuación, debido a la colisión, se disocia en fragmentos más pequeños. El mecanismo de disociación implica la conversión de parte de la energía cinética de traslación (ECT) del ión en energía interna. Esta colisión coloca al ión en estado de excitación. Si la energía interna es suficiente, el ión se fragmenta.

Tres expresiones transmiten el rendimiento del proceso CID:

- Rendimiento de recogida
- Rendimiento de fragmentación
- Rendimiento total de la CID

Rendimiento de recogida: el índice de flujo de iones medido en la salida de la celda de colisión y en su entrada. Sin gas de colisión, el TSQ obtiene un rendimiento de recogida de casi el 100%. El rendimiento de recogida es un parámetro que depende de la masa. Por ejemplo, con presión de gas de colisión media, el rendimiento de recogida puede oscilar desde el 50 por ciento de iones comparativamente menos pesados (más propensos a la dispersión) hasta el 75 por ciento de iones comparativamente más pesados (menos propensos a la dispersión).

Rendimiento de fragmentación: la fracción del flujo de iones en la salida de la celda de colisión que resulta de los iones fragmentados. El rendimiento de fragmentación depende directamente de la estabilidad del ión e indirectamente de la masa del ion. A mayor estabilidad del ión, menor posibilidad de fragmentación por colisión. A mayor masa del ión, mayor capacidad para distribuir la energía vibracional comunicada por la colisión. El resultado es que la fragmentación de iones puede disminuir.

Con presión de gas de colisión media, el rendimiento de fragmentación puede oscilar entre el 15 y el 65 por ciento de varios compuestos. A medida que la presión del gas de colisión aumenta, el rendimiento de fragmentación de todos los compuestos se aproxima al 100% debido a las múltiples colisiones. El rendimiento de recogida disminuye, sin embargo, debido a la dispersión.

Rendimiento total de la CID: el producto del rendimiento de recogida y del rendimiento de fragmentación. El rendimiento total de la CID alcanza el máximo con presión intermedia. A medida que la presión aumenta más allá del valor óptimo, se producen cada vez más colisiones, la probabilidad de dispersión aumenta y cada vez menos iones pasan por la celda de colisión. La dispersión reduce el rendimiento de recogida. El rendimiento de fragmentación se reduce también a medida que disminuye la presión desde su valor óptimo, debido a que se producen cada vez menos colisiones.

Tensión de offset de cuadrupolos

La tensión de offset de los cuadrupolos es un potencial de CC que se aplica a las barras cuadrupolo además del aumento del valor del voltaje CC. La tensión de offset aplicada a los dos pares de barras de los conjuntos es igual en amplitud y signo. La tensión de offset de los cuadrupolos acelera o frena los iones y, en consecuencia, ajusta la ECT de los iones a medida que entran en el conjunto de barras cuadrupolo.

En general, para un ensayo determinado, el TSQ tiene tensiones de offset fijas para Q1 y Q2. No obstante, en los ensayos MS/MS, la tensión de offset de cuadrupolo aplicada a Q3 suele variar a medida que se realiza el barrido. El TSQ calcula automáticamente la tensión de offset necesaria del cuadrupolo Q3 y luego varía la tensión lo conveniente en cada barrido.

La tensión de offset aplicada a Q2 (que contiene la celda de colisión) es responsable de la energía de la colisión. La energía de la colisión es la diferencia de potencial que existe entre la fuente de iones (donde se forman los iones precursores) y Q2 (donde chocan con el gas de colisión). A medida que la tensión de offset en Q2 aumenta, la ECT de los iones precursores también aumenta. El resultado es que el aumento de la tensión de offset en Q2 incrementa la energía de las colisiones de los iones con el argón. La energía de colisión se ajusta por lo general en un valor para un barrido completo, desde 0 hasta ± 200 V.

Antes de obtener cualquier espectro de masas, el sistema TSQ sintoniza Q1 en el modo de barrido Q1MS (sólo tensión de RF de Q2 y Q3), y sintoniza Q3 en el modo de barrido Q3MS (sólo voltaje de RF de Q1 y Q2). Durante la sintonización, el sistema TSQ determina la tensión de offset de cuadrupolo óptima para Q1 y Q3.

Lentes de analizador de masas

El analizador de masas del sistema TSQ tiene tres conjuntos de lentes. Vea la Figura 26 en la página 30. Las que se encuentran entre Q1 y Q2 se designan L21, L22, L23; las que están entre Q2 y Q3 se designan L31, L32, L33; la lente entre Q3 y el sistema de detección de iones es la L4 (o lente de salida). Todas las lentes tienen orificios circulares en sus centros por los que pasa el haz de iones.

Los conjuntos de lentes retienen también los tres conjuntos de barras para garantizar su alineación axial automática y precisa.

Las lentes L2x (entre Q1 y Q2) y el conjunto de lentes L3x (entre Q2 y Q3) tienen las siguientes funciones:

- Minimizar la cantidad de gas de colisión que entra en el analizador de masas (Q1 y Q3) desde la celda de colisión (Q2). (Para conseguir transmisión de masas alta, es importante mantener una presión baja en los analizadores de masas.)
- Retener el gas de colisión. Las lentes L23 y L3 forman dos de las paredes de la celda de colisión, de forma que tienden a mantener el gas de colisión en la celda de colisión. No obstante, el gas de colisión se escapa por los mismos orificios de lente por los que pasa el haz de iones.
- Evitar la entrada de gas en los analizadores de masas. Las lentes L22 y L21 de un lado de Q2 y las lentes L32 y L33 del otro lado de Q2 actúan como desviadores para ayudar a evitar que el gas que escapa de la celda de colisión entre en los analizadores de masas.
- Proteger Q1 del voltaje de RF aplicado a Q2 y viceversa (conjunto de lentes L2x) y para proteger Q3 del voltaje de RF aplicado a Q2 y viceversa (conjunto de lentes L3x).
- Enfocar el haz de iones. Las tres lentes situadas entre Q1 y Q2 (y las que están entre Q2 y Q3) forman juntas una lente de apertura de tres elementos. Las lentes primera y tercera se ajustan por lo general en valores similares o iguales, y la lente central se ajusta en un valor diferente (superior o inferior) al de las otras dos.

La tensión aplicada a cada una de las lentes puede variar desde en torno a -300 hasta +300 V. Por lo general, no obstante, la tensión aplicada al primer y tercer elementos del conjunto de lentes L2x es algo mayor que la tensión de offset de cuadrupolo aplicada a Q1. Como la tensión de offset de cuadrupolo Q1 se ajusta por lo general en torno a ± 5 V (en función de la carga de los iones de interés), la tensión aplicada a las lentes L21 y L23 suele ajustarse en torno a -10 V para iones positivos y +10 V para iones negativos. La tensión aplicada a la lente central del conjunto de lentes L2x suele ajustarse en torno a ± 225 V.

En el modo de barrido Q3MS, la tensión aplicada a las lentes del conjunto de lentes L3x suele ser igual que la aplicada a las lentes correspondientes del conjunto de lentes L2x. Hay que tener presente, sin embargo, que en los modos de barrido MS/MS, las tensiones aplicadas al conjunto de lentes L3x varía automáticamente con la tensión de offset de cuadrupolo aplicada a Q3. A medida que varía el valor de la tensión de offset del cuadrupolo Q3, varían de forma análoga las tensiones aplicadas a las lentes.

La lente L4 se encuentra entre Q3 y el sistema de detección de iones. L4 se mantiene con el potencial de tierra. Su finalidad es proteger Q3 del alto voltaje aplicado al sistema de detección de iones y proteger al sistema de detección de iones de los altos voltajes de RF aplicados a Q3.

Sistema de detección de iones

El espectrómetro de masas TSQ está equipado con un sistema de detección de iones fuera del eje de alta sensibilidad. Este sistema produce una relación señal/ruido alta y permite cambiar la polaridad de la tensión entre los modos de funcionamiento de iones positivos e iones negativos. El sistema de detección de iones incluye un dínodo de conversión de 15 kV y un multiplicador de electrones de canales. Vea la Figura 29. El sistema de detección de iones se encuentra en la parte trasera del distribuidor de vacío, detrás del analizador de masas.

El dínodo de conversión es una superficie metálica cóncava situada en ángulo recto con respecto al haz de iones. El sistema TSQ aplica al dínodo de conversión un potencial de +15 kV para la detección de iones negativos y de -15 kV para la detección de iones positivos. Cuando un ión golpea la superficie del

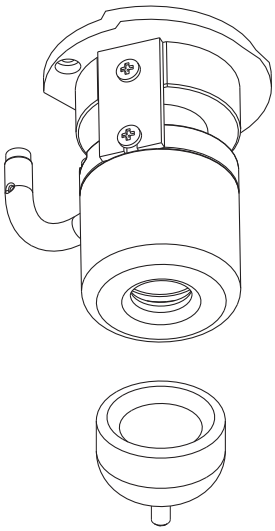
dínodo de conversión, se producen una o más partículas secundarias. Estas partículas secundarias pueden incluir iones positivos, iones negativos, electrones y especies neutras. Cuando los iones positivos golpean un dínodo de conversión cargado negativamente, las partículas secundarias de interés son iones negativos y electrones. Cuando los iones negativos chocan con un dínodo de conversión cargado positivamente, las partículas secundarias de interés son iones positivos. La superficie curva del dínodo de conversión enfoca estas partículas secundarias y un gradiente de voltaje acelera las partículas hacia el multiplicador de electrones.

El multiplicador de electrones incluye un cátodo y un ánodo. El cátodo del multiplicador de electrones es una resistencia de óxido de plomo con forma de embudo. El anillo de alta tensión aplica un potencial de hasta -2,5 kV al cátodo. El extremo de salida del cátodo (en el ánodo) está casi al potencial de tierra.

El ánodo del multiplicador de electrones es una copa pequeña situada en el extremo de salida del cátodo. El ánodo recoge los electrones producidos por el cátodo. El ánodo se fija con tornillos en la vía de paso del ánodo de la placa de asiento.

Las partículas secundarias procedentes del dínodo de conversión golpean las paredes interiores del cátodo del multiplicador de electrones con suficiente energía como para expulsar electrones. Los electrones expulsados se aceleran hacia el cátodo, arrastrados por el gradiente creciente de potencial positivo. La forma de embudo del cátodo impide que los electrones expulsados se desplacen mucho antes de volver a golpear la superficie interior del cátodo, lo que origina la emisión de más electrones. A continuación se crea una cascada de electrones que, finalmente, produce una corriente medible en el extremo del cátodo donde el ánodo recoge los electrones. La corriente recogida por el ánodo es proporcional al número de partículas secundarias que golpean el cátodo.

Figura 29. Sistema de detección de iones, con multiplicador de electrones (arriba) y dínodo de conversión (abajo)



En general, el multiplicador de electrones se ajusta en una ganancia en torno a 3×10^5 (esto es, para cada ión o electrón que entra, 3×10^5 para salida de electrones) en modo MS y 2×10^6 en modo MS/MS. El circuito del electrómetro convierte la corriente que sale del multiplicador de electrones a través del ánodo en una tensión y el sistema de datos la registra.

El sistema de detección de iones del espectrómetro de masas TSQ aumenta la señal y reduce el ruido. La alta tensión aplicada al dínodo de conversión se traduce en gran eficacia de conversión y señal aumentada. En otras palabras, el choque de cada ión con el dínodo de conversión produce muchas partículas secundarias. El aumento en la eficacia de la conversión es más pronunciado con iones más pesados que con iones menos pesados.

A consecuencia de la orientación del sistema de detección de iones fuera del eje en relación al analizador de masas, las moléculas neutras procedentes del analizador de masas tienden a no golpear el dínodo de conversión o multiplicador de electrones. Esto motiva la reducción del ruido de las moléculas neutras.

Equipos del sistema de vacío y de admisión de gases

El sistema de vacío hace el vacío en la zona que rodea a la interfaz de fuente de iones, la óptica iónica, el analizador de masas y el sistema de detección de iones. Los componentes principales del sistema de vacío incluyen lo siguiente:

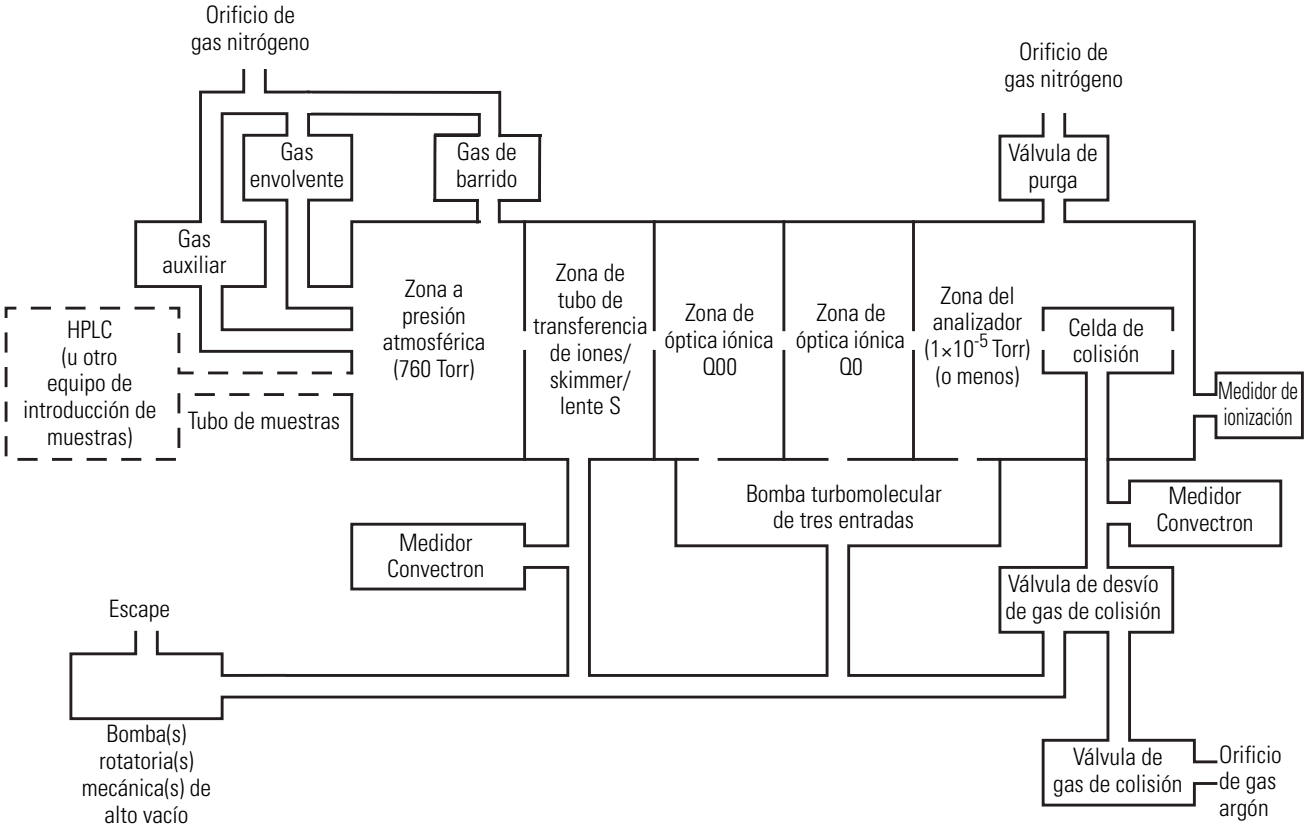
- Distribuidor de vacío
- Bomba turbomolecular
- Bomba rotatoria mecánica de alto vacío
- Medidores Convectron™
- Medidores de ionización

El equipo de admisión de gases controla el flujo del gas de colisión, gas envolvente, gas auxiliar y aire (durante la ventilación) que entra en el espectrómetro de masas. El equipo de admisión de gases incluye los componentes siguientes:

- Válvula de purga
- Válvulas de control de flujo de gas de colisión
- Válvula de gas envolvente
- Válvula de gas auxiliar

En la Figura 30 se muestra un diagrama de bloques funcionales de los equipos del sistema de vacío y de admisión de gases.

Figura 30. Diagrama de bloques funcionales de equipos del sistema de vacío y de admisión de gases

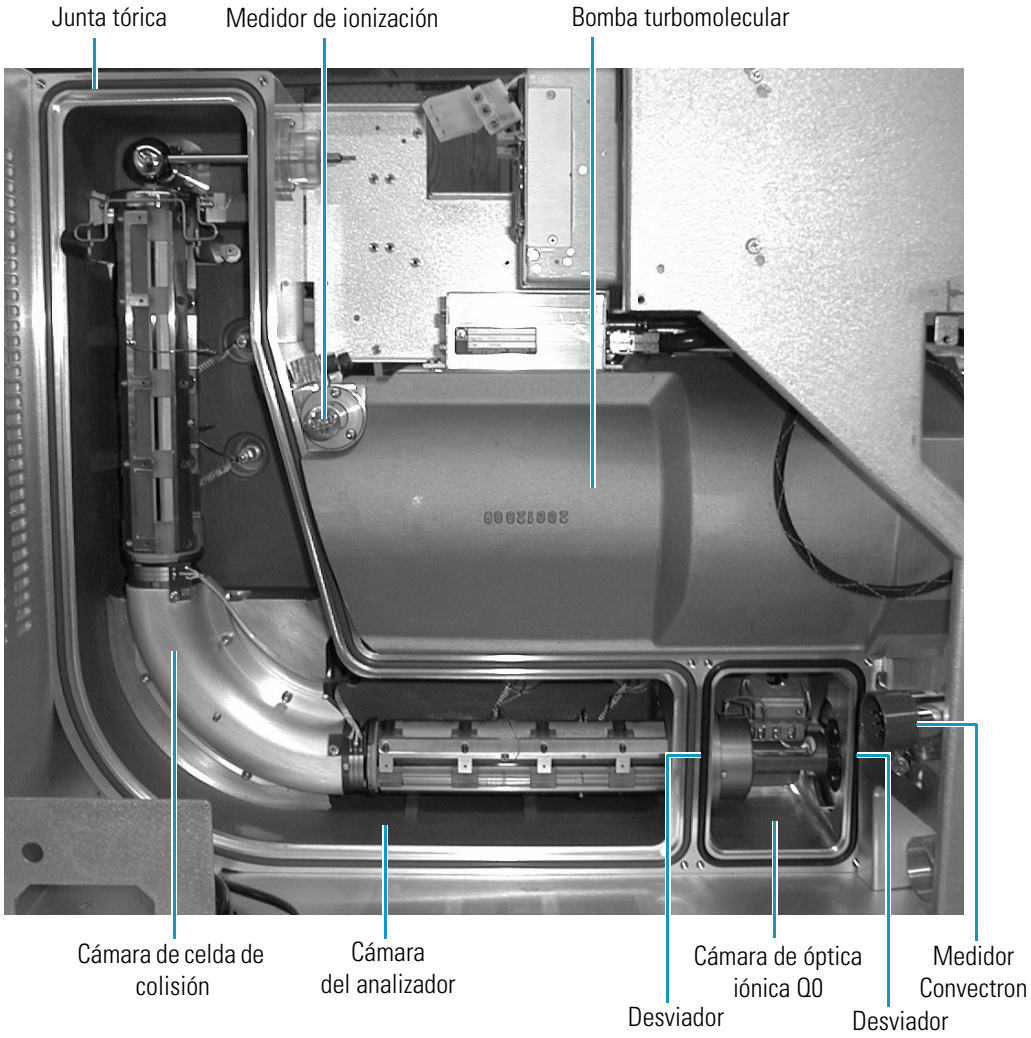

Orificio de gas nitrógeno
Orificio de gas nitrógeno
Gas envolvente
Gas de barrido
Válvula de purga
Gas auxiliar
HPLC (u otro equipo de introducción de muestras)
Tubo de muestras
Zona a presión atmosférica (760 Torr)
Zona de tubo de transferencia de iones/ skimmer/ lente S
Zona de óptica iónica Q00
Zona de óptica iónica Q0
Zona del analizador (1×10-5 Torr) (o menos)
Celda de colisión
Medidor de ionización
Bomba turbomolecular de tres entradas
Medidor Convectron
Medidor Convectron
Válvula de desvío de gas de colisión
Escape
Bomba(s) rotatoria(s) mecánica(s) de alto vacío
Válvula de gas de colisión
Orificio de gas argón

Distribuidor de vacío

El distribuidor de vacío encierra los conjuntos de interfaz de fuente de iones, óptica iónica, analizador de masas y sistema de detección de iones. El distribuidor de vacío es una cámara de aluminio de paredes delgadas con dos placas laterales extraíbles, con aberturas en la parte frontal, los laterales y la parte superior, y diversas vías de alimentación eléctrica y entradas de gases.

El distribuidor de vacío se divide en cuatro cámaras por medio de tres divisores. Vea la Figura 31. La bomba rotatoria mecánica de alto vacío hace el vacío en la zona interior de la primera cámara, denominada zona de tubo de transferencia de iones/skimmer. La tercera entrada de la sección de arrastre molecular de la bomba de vacío turbomolecular de tres entradas hace el vacío en la zona interior de la segunda cámara, denominada zona de óptica iónica Q00. El puerto intermedio de la bomba de vacío turbomolecular hace el vacío en la zona interior de la tercera cámara, denominada zona de óptica iónica Q0. El puerto de alto vacío de la bomba turbomolecular hace el vacío en la zona interior de la cuarta cámara, denominada zona del analizador, a menos de 10^{-5} Torr. La bomba turbomolecular, a su vez, descarga en la bomba rotatoria mecánica de alto vacío a través de la línea de vacío preliminar.

Figura 31. Distribuidor de vacío (interior)



La cámara de la celda de colisión, dentro de la cámara del analizador, tiene una presión de argón controlada por el usuario que oscila entre uno y cuatro mTorr cuando la CID está activada. El argón de la celda de colisión se desaloja por medio de la bomba rotatoria de alto vacío cuando la CID está desactivada.

El distribuidor de vacío tiene las vías de paso y entradas siguientes:

- Una vía de paso para la alta tensión del dínodo de conversión.
- Una vía de paso para la alta tensión del multiplicador de electrones.
- Una vía de paso para la señal de corriente iónica del ánodo del multiplicador de electrones.
- Dos vías de paso para el voltaje de RF del cuadrupolo Q1.
- Dos vías de paso para el voltaje de RF del cuadrupolo Q3.
- Una vía de paso para el voltaje de RF del cuadrupolo Q2.
- Una vía de paso para las tensiones de las lentes L21, L22, L23, L31, L32 y L33.
- Una vía de paso para las tensiones de las lentes L0, L11 y L12.

- Una vía de paso para los voltajes de RF de las ópticas iónicas Q0 y Q00.
- Una vía de paso para la tensión de offset de la lente tubular y del tubo de transferencia de iones, y tensiones del calefactor del tubo de transferencia de iones.
- Una conexión de vacío para medir la presión en la zona del analizador con el medidor de ionización.
- Una entrada de gas argón en la celda de colisión.
- Una entrada de purga de gas.

Dos tapas laterales extraíbles situadas en el lateral izquierdo del distribuidor de vacío permiten acceder a la óptica iónica Q0, el analizador de masas y el sistema de detección de iones. Dos juntas tóricas conductoras de electricidad proporcionan un cierre al vacío entre las tapas laterales y el distribuidor de vacío.

Bomba turbomolecular

Una bomba turbomolecular de tres entradas Leybold TW220/150/15S proporciona el vacío de las zonas de las ópticas iónicas Q00 y Q0, y la zona del analizador del distribuidor de vacío. La bomba termomolecular se encuentra en la parte superior del distribuidor de vacío (Figura 31).

La bomba turbomolecular tiene tres entradas de bombeo:

- Una entrada de alto vacío en la parte superior del conjunto rotor, que hace el vacío en la cámara del analizador.
- Una entrada intermedia en la parte central del conjunto rotor, que hace el vacío en la cámara de óptica iónica Q0.
- Una tercera entrada en la sección de arrastre molecular de la bomba, que hace el vacío en la cámara de óptica iónica Q00.

La bomba turbomolecular se controla por medio del controlador Leybold TDS y se alimenta mediante una fuente de alimentación de +24 V CC (250 W). El interruptor principal de circuito de alimentación y el interruptor de servicio de vacío Vacuum, no el interruptor de servicio de la electrónica Electronics, encienden y apagan la bomba turbomolecular. La bomba se refrigera por aire con un ventilador que extrae aire de la parte delantera del instrumento.

La alimentación eléctrica de la bomba turbomolecular se desconecta cuando la presión de la línea de vacío preliminar, medida por el medidor Convectron, es demasiado alta, o cuando la temperatura de la bomba turbomolecular es demasiado alta.

Bomba rotatoria mecánica de alto vacío

Una (TSQ Quantum Access y TSQ Quantum Access MAX) o dos (TSQ Vantage y TSQ Quantum Ultra) bombas rotatorias mecánicas de alto vacío Edwards™ E2M30 (o bombas de vacío preliminar) establecen el vacío necesario para el funcionamiento apropiado de la bomba turbomolecular La bomba rotatoria mecánica de alto vacío también hace el vacío en la válvula de entrada y en la celda de colisión. La bomba tiene un desplazamiento máximo de 650 L/min y mantiene una presión mínima de aproximadamente 1 Pa (0,01 Torr).

La bomba rotatoria mecánica de alto vacío se conecta con la bomba turbomolecular mediante una sección de tubo de PVC reforzado. El cable de alimentación de la bomba rotatoria de alto vacío se enchufa en la toma de corriente del rótulo *Forepump* del cuadro de alimentación (vea la Figura 13 on página 21). Esta toma suministra corriente a la bomba y se controla mediante el interruptor principal de circuito de alimentación y el interruptor de servicio Vacuum, no mediante el interruptor de servicio Electronics.

PRECAUCIÓN Enchufe siempre el cable de alimentación de la bomba rotatoria de alto vacío en la toma de corriente *Forepump* del cuadro de alimentación lateral derecho del espectrómetro de masas. Nunca lo enchufe directamente en una toma de corriente de pared.

Medidores Convectron

Un medidor Convectron mide la presión en la válvula de entrada y en la línea de vacío preliminar, que conecta la bomba turbomolecular y la bomba rotatoria mecánica de alto vacío. El medidor Convectron utiliza un puente Wheatstone con una resistencia dependiente de la temperatura para medir el descenso de presión hasta una fracción de un milliTorr. El otro medidor Convectron mide la presión del gas de colisión argón en la celda de colisión.

Medidores de ionización

Un medidor de ionización Granville-Phillips™ 342™ mini mide las presiones en la zona del analizador del distribuidor de vacío. El medidor de ionización produce electrones energéticos que originan la ionización de moléculas en su interior. Los iones positivos formados en el medidor de ionización son atraídos por un colector. La corriente del colector está relacionada con la presión del distribuidor de vacío. El medidor de ionización también está implicado en la protección del vacío.

Válvula de purga

La válvula de purga, situada en la zona de Q2, permite la ventilación del distribuidor de vacío con nitrógeno seco. La válvula de purga es una válvula accionada por solenoide, controlada por la tarjeta TCI de retraso de purga (Vent Delay). Cuando el solenoide se activa, la válvula de purga se cierra. Si la corriente falla o el interruptor principal de circuito de alimentación se pone en la posición de apagado (O), un condensador de 4 faradios, situado en el módulo de entrada de corriente, mantiene el solenoide cerrado durante varios minutos. Si la alimentación eléctrica no se restablece durante este intervalo, el solenoide se abre y el sistema se ventila con nitrógeno seco. El nitrógeno seco (35 kPa [5 psi], máximo, 99% de pureza) entra en el espectrómetro de masas por un orificio de 0,635 cm (1/4 pulg.) del lateral izquierdo del mismo. Vea la Figura 32. La válvula de purga se cierra después de restablecerse la corriente al espectrómetro de masas.

Válvulas de control de flujo de gas de colisión

Estas válvulas controlan el flujo del gas de colisión argón que entra y sale de la celda de colisión Q2. Una válvula de solenoide actúa para cortar el flujo de gas argón a la celda. La presión del gas de colisión se regula mediante una válvula de control proporcional controlada por el sistema de datos. Es posible ajustar la presión del gas de colisión (de 0 a 5 miliTorr) en el cuadro de diálogo Define Scan de la ventana EZ Tune.

Los iones que entran en la celda de colisión Q2, chocan con el gas de colisión argón y, a continuación, debido a la colisión, se disocian en fragmentos más pequeños. Consulte “Celda de colisión y eficacia de la disociación inducida por colisión (CID)” en la página 32.

El argón (135 ± 70 kPa [20 ± 10 psi], 99,995% de pureza mínima) entra en el espectrómetro de masas por un orificio de 0,125 cm (1/8-pulg.) del lateral izquierdo del mismo. Vea la Figura 32.

Otra válvula de control proporcional permite que la bomba rotatoria mecánica de alto vacío purgue el argón y los gases residuales de la celda de colisión Q2 cuando la CID se desactiva. El espectrómetro de masas TSQ abre y cierra automáticamente la válvula de escape de gas, en función de si Q2 actúa como dispositivo de transmisión de iones o como celda de colisión.

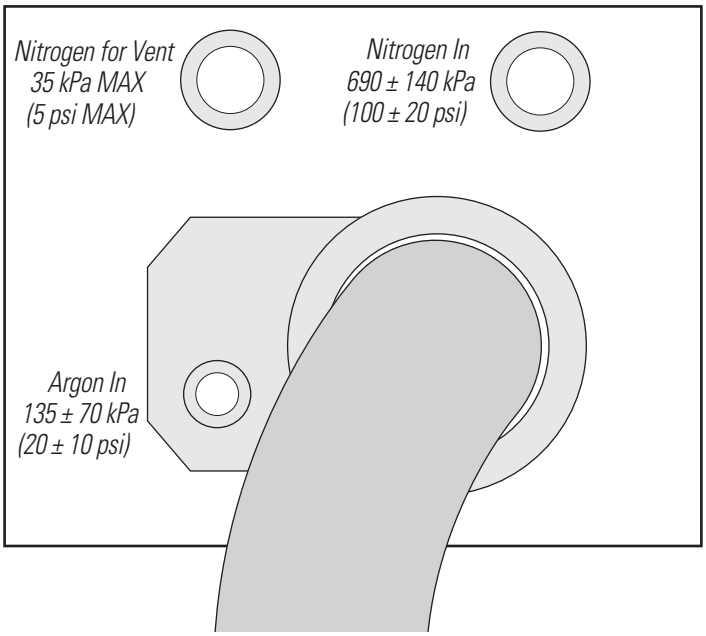
Válvula de gas envolvente

La válvula de gas envolvente controla el flujo de gas envolvente (nitrógeno) a la fuente de ionización API. El nitrógeno seco (690 ± 140 kPa [100 ± 20 psi], 99% de pureza) entra en el espectrómetro de masas por un orificio de 0,635 cm (0,25 pulg.) situado en el lateral izquierdo del espectrómetro de masas. Vea la Figura 32. Una válvula de corte accionada por solenoide inicia y detiene el flujo de nitrógeno hacia la fuente de ionización API. El sistema de datos controla la válvula que regula la presión del gas envolvente. El caudal del gas envolvente se puede ajustar (desde 0 hasta 100 en unidades convencionales) en el cuadro de diálogo Ion Source de la ventana EZ Tune. El gas envolvente entra en la fuente de ionización API a través de un tubo con un DI de 0,318 cm (0,125) pulgadas.

Válvula de gas auxiliar

La válvula de gas auxiliar controla el flujo de gas auxiliar (nitrógeno) a la fuente de ionización API. El nitrógeno seco (690 ± 140 kPa [100 ± 20 psi], 99% de pureza) entra en el espectrómetro de masas por un orificio de 0,635 cm (0,25 pulg.) situado en el lateral izquierdo del espectrómetro de masas. Una válvula de corte accionada por solenoide inicia y detiene el flujo de nitrógeno hacia la fuente de ionización API. La presión del gas auxiliar se regula mediante una válvula de paso controlada por el sistema de datos. El caudal del gas auxiliar se puede ajustar (desde 0 hasta 60 en unidades convencionales) en el cuadro de diálogo Ion Source. El gas auxiliar entra en la fuente de ionización API a través de un tubo con un DI de 0,318 cm (0,125 pulgadas).

Figura 32. Entradas de gases nitrógeno y argón



Conjuntos electrónicos

Los conjuntos electrónicos que controlan el funcionamiento del espectrómetro de masas se distribuyen por diversas tarjetas TCI y otros módulos situados en la torre, en el ordenador integrado y en o alrededor del distribuidor de vacío del espectrómetro de masas.

El módulo de entrada de corriente proporciona el control de la alimentación eléctrica del espectrómetro de masas, una interfaz de cierre de contactos, el control de la válvula de purga, una conexión Ethernet 100 base-T desde la tarjeta TCI de control del sistema hasta el PC del sistema de datos, un circuito de protección contra averías (conectado con el control de la válvula de purga), un botón de reinicio del sistema, indicadores luminosos de estado y puertos de servicio. El cuadro de alimentación del lateral derecho, mostrado en la Figura 13 de la página 21, forma parte del módulo de entrada de corriente.

El módulo de entrada de corriente acepta la energía de la línea, la filtra y la proporciona a los diversos componentes del espectrómetro de masas. El módulo de alimentación eléctrica incluye los componentes siguientes:

- Interruptor principal de circuito de alimentación
- Supresor de sobretensión
- Filtro de línea
- Interruptor de servicio de electrónica (Electronics)
- Interruptor de servicio de vacío (Vacuum)

El “cerebro” del espectrómetro de masas TSQ es la tarjeta TCI de control del sistema. La tarjeta TCI de control del sistema y el ordenador integrado incluyen lo siguiente:

- Procesador PowerPC
- Bus SPI (del inglés Serial Peripheral Interconnect, interfaz de periféricos en serie)
- Coprocesador de E/S
- Bus SHARC (del inglés Super Harvard Architecture Computer)
- DSP (procesador digital de señal) de generador de barridos
- DSP de procesador de adquisiciones
- Puente interbus
- Puerto Ethernet 100 base-T

Los conjuntos electrónicos de generación de voltaje de RF producen los voltajes de RF de la lente S (sólo TSQ Vantage), Q00, Q0, Q1, Q2 y Q3 que permiten la transmisión de iones y el análisis de masas. Las tarjetas TCI de control del analizador y de control del sistema controlan todos los voltajes de RF.

Los circuitos amplificadores de voltaje de RF de Q1 y Q3 son idénticos, y los circuitos de Q0 y Q2 son similares.

Los conjuntos electrónicos de generación de voltaje de RF incluyen los componentes siguientes:

- Oscilador de RF
- TCI de amplificadores de voltaje de RF
- TCI de filtro de paso bajo
- Bobina de voltaje de RF
- Detector de voltaje de RF
- Convertidor DAC (digital a analógico) de masas
- Amplificador integrador

Los conjuntos electrónicos del sistema de detección de iones proporcionan alta tensión al multiplicador de electrones y al dínodo de conversión. También reciben la señal de la corriente de salida del multiplicador, la convierten a una tensión determinada (por medio del circuito del electrómetro), y la pasan al ordenador integrado.

Los conjuntos electrónicos del sistema de detección de iones incluyen lo siguiente:

- Alimentación eléctrica del multiplicador de electrones
- Alimentación eléctrica del dínodo de conversión
- TCI del electrómetro
- DSP de adquisiciones

La tarjeta TCI de control del analizador contiene circuitos para controlar y monitorizar el funcionamiento de la fuente de iones, la óptica iónica, el analizador de masas y el sistema de detección de iones. Estos circuitos, a su vez, están monitorizados por el procesador PowerPC de la tarjeta TCI de control del sistema a través del bus SPI.

La tarjeta TCI de control del analizador controla y monitoriza los voltajes de RF de los cuadrupolos Q0, Q1, Q2 y Q3. Tiene también excitadores de voltaje de lentes que convierten la corriente continua de ±330 V de la tarjeta TCI de accionamiento de barras de CC (DC Rod Driver) en las tensiones CC que se aplican a las lentes.

Sistema de datos

El sistema de datos controla y monitoriza el espectrómetro de masas TSQ. El sistema de datos procesa también los datos que adquiere el espectrómetro de masas TSQ. El sistema de datos consta de lo siguiente:

- Equipo informático
- Sistema de datos / Espectrómetro de masas / Interfaz de Cromatógrafo de líquidos
- Sistema de datos / Interfaz de Red de área local

Equipo informático

El ordenador del sistema de datos tiene las características siguientes:

- Procesador Intel™ Pentium™ IV
- Unidad de disco duro de alta capacidad
- Unidad de CD grabables y reescribibles
- Puerto Ethernet principal (sistema de datos a espectrómetro de masas)
- Puerto Ethernet secundario (sistema de datos a red de área local)
- Tarjeta gráfica de alto rendimiento
- Unidad de DVD
- Monitor en color con resolución de 1280x1024
- Teclado y ratón
- Impresora láser

Para obtener más información sobre el ordenador, consulte los manuales correspondientes.

Sistema de datos / Espectrómetro de masas / Interfaz de Cromatógrafo de líquidos

El ordenador del sistema de datos contiene un adaptador Ethernet 100 base-T (denominado adaptador Ethernet principal) dedicado a las comunicaciones entre sistema de datos/espectrómetro de masas/LC. Este adaptador Ethernet principal se comunica con el espectrómetro de masas, el detector Accela PDA y el inyector automático a través de un conmutador Ethernet 10/100 base-T. El adaptador Ethernet del espectrómetro de masas reside en la tarjeta TCI de control del sistema. Un cable de par trenzado Ethernet conecta el adaptador Ethernet principal del sistema de datos con el conector Ethernet del cuadro de alimentación del espectrómetro de masas. Vea la Figura 33. El espectrómetro de masas se comunica con la bomba del sistema LC Accela a través de una conexión USB.

Sistema de datos / Interfaz de Red de área local

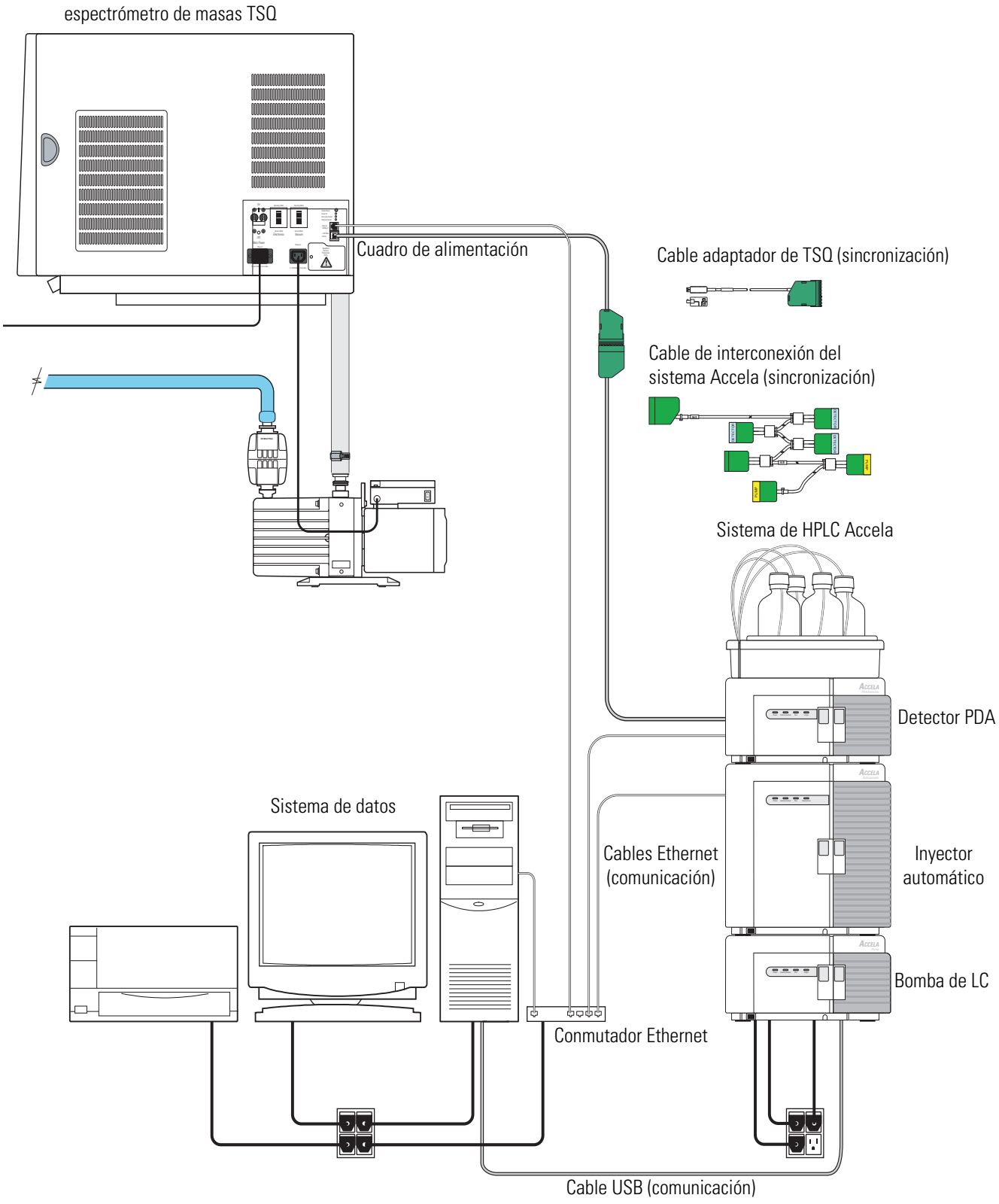
El ordenador del sistema de datos contiene un adaptador Ethernet secundario. Este adaptador no está implicado en las comunicaciones entre sistema de datos, espectrómetro de masas y LC. Este adaptador Ethernet secundario se puede utilizar para acceder a la red de área local.

Impresora

La impresora láser de alta resolución se comunica con el PC a través de la red de área local. Para obtener más detalles sobre la impresora, consulte el manual suministrado por el fabricante.

La impresora se configura desde el cuadro de diálogo de configuración de impresión. Para abrir el cuadro de diálogo de configuración de impresión, seleccione **File > Print Setup** en cualquier ventana.

Figura 33. Diagrama de interconexión del sistema TSQ, que muestra el espectrómetro de masas TSQ, el sistema de HPLC Accela y el sistema de datos



Apagado, inicio y reinicio del sistema

Muchos procedimientos de mantenimiento del sistema TSQ requieren el apagado completo del espectrómetro de masas. Además, se puede activar el modo de espera del espectrómetro de masas TSQ cuando el sistema no vaya a utilizarse durante 12 horas o más.

Contenido

- Apagado del sistema en una emergencia
- Puesta en espera del sistema
- Apagado completo del sistema
- Inicio del sistema después de un apagado completo
- Reinicio del espectrómetro de masas
- Reinicio del sistema de datos
- Apagado de componentes seleccionados del espectrómetro de masas

Apagado del sistema en una emergencia

En caso de necesitar apagar el espectrómetro de masas en una emergencia, utilice el procedimiento siguiente.

PRECAUCIÓN Coloque el interruptor principal de circuito de alimentación, situado en el cuadro de alimentación lateral derecho del espectrómetro de masas, en la posición de apagado (O). Vea la Figura 34 y la Figura 35. Así se corta la corriente al espectrómetro de masas, bombas de vacío incluidas. Aunque el corte brusco de la alimentación no dañará a componente alguno del sistema, no utilice el interruptor principal de circuito de alimentación para apagar el sistema en condiciones normales. Para obtener información sobre el procedimiento recomendado, consulte "Apagado completo del sistema" en la página 50.

Para apagar el LC, el inyector automático y el ordenador en una emergencia, utilice los interruptores de encendido/apagado del LC, inyector automático y ordenador, respectivamente.

Figura 34. Cuadro de alimentación de los sistemas TSQ Vantage y TSQ Quantum Ultra, con interruptor principal de circuito de alimentación (Main Power), interruptor de servicio de electrónica (Electronics) y botón de reinicio del sistema (System Reset)

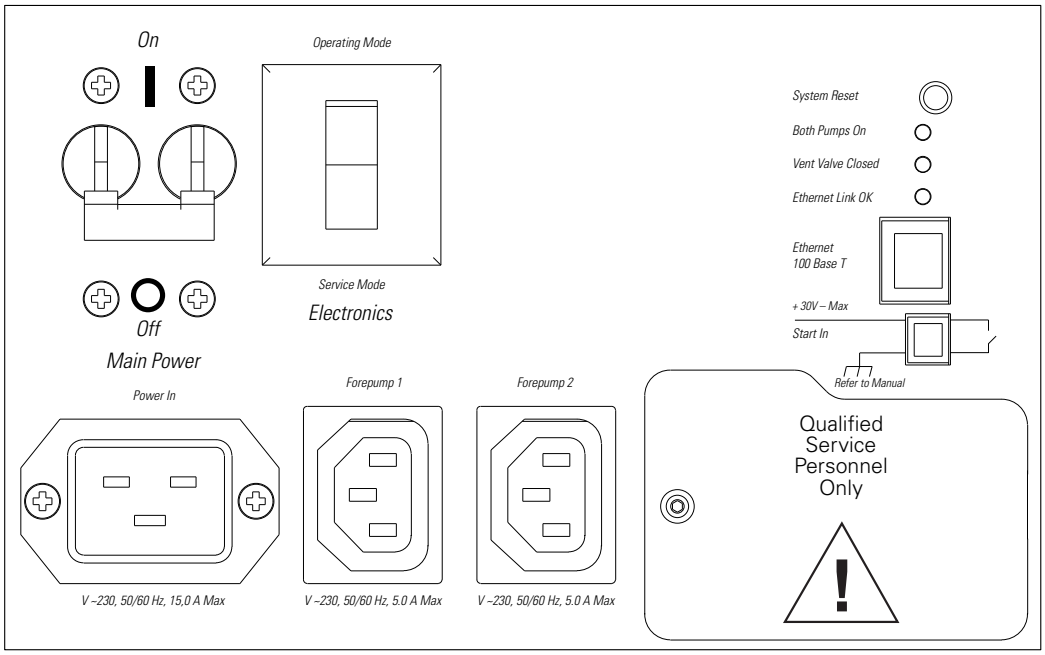
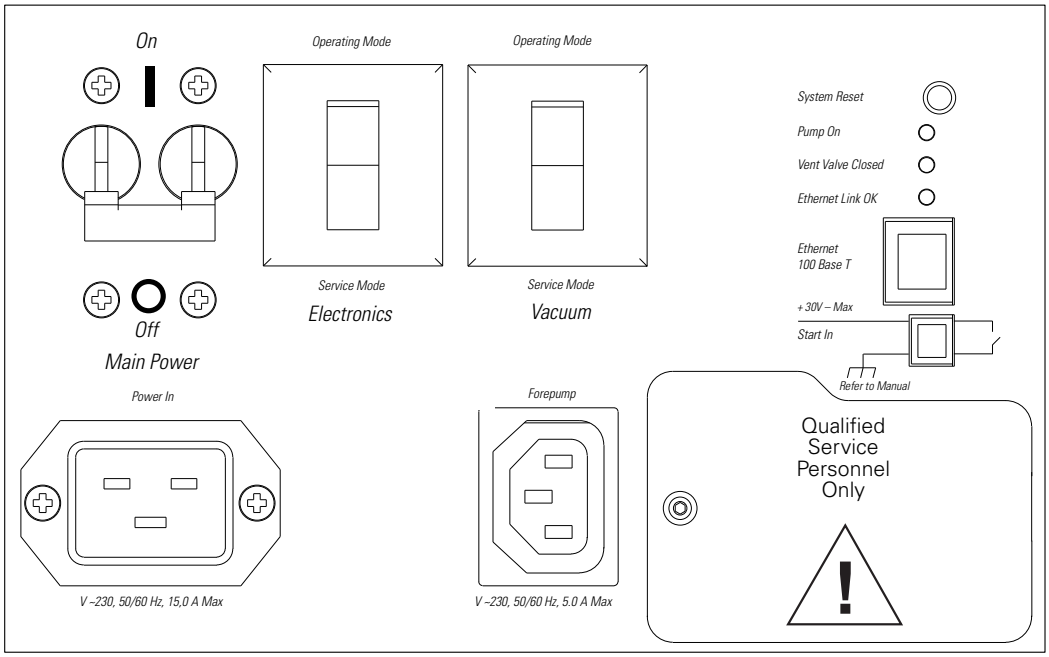


Figura 35. Cuadro de alimentación de los sistemas TSQ Quantum Access y TSQ Quantum Access MAX, con interruptor principal de circuito de alimentación (Main Power), interruptor de servicio de electrónica (Electronics), interruptor de servicio de vacío (Vacuum) y botón de reinicio del sistema (System Reset)



Puesta en espera del sistema

En caso de prever no utilizar el sistema TSQ durante un período de tiempo corto, como hasta el día siguiente o hasta después del fin de semana, no se necesita apagarlo completamente. Cuando el sistema no vaya a funcionar durante 12 horas o más, puede dejarlo en modo de espera (standby).

❖ Para colocar el sistema TSQ en modo de espera

1. Espere a que finalice la adquisición de datos, si la hay.
2. Cierre el flujo de líquido del LC (o de otro equipo de introducción de muestras) a la fuente de ionización API:
   a. Elija **Inicio > Programas > Thermo Instruments > TSQ > TSQ Tune** para abrir la ventana EZ Tune.
   b. En la ventana EZ Tune, elija **Setup > Inlet Direct Control**. Aparece la vista de control directo de entradas.
   c. Haga clic en la ficha **LC** y haga clic en (Parar) para parar la bomba del LC.
3. En la ventana EZ Tune, elija **Control > Standby** (o haga clic en el botón **On/Standby**) para poner el espectrómetro de masas en espera.

   Cuando se selecciona Control > Standby, el sistema TSQ desconecta el multiplicador de electrones, el dínodo de conversión, la corriente de 8 kV a la fuente de API y los voltajes de RF del analizador de masas y la óptica iónica. El sistema TSQ también desconecta el gas auxiliar y ajusta el gas envolvente en cero unidades. Para obtener información sobre el encendido y apagado de los componentes del espectrómetro de masas cuando éste está en modo de espera, consulte la Tabla 2 de la página 57. Cuando el sistema se encuentra en modo de espera, el indicador luminoso System del panel frontal del espectrómetro de masas se ilumina en amarillo.
4. Lave el cono de barrido de iones y el tubo de transferencia de iones de la fuente de API como se describe en "Limpieza del cono de barrido de iones y el tubo de transferencia de iones" en la página 64.
5. Deje encendido el espectrómetro de masas.
6. Deje encendido el LC.
7. Deje encendido el inyector automático.
8. Deje encendido el sistema de datos.

Apagado completo del sistema

Apague el sistema TSQ completamente sólo cuando no vaya a utilizarse durante un período largo, o bien cuando se vayan a realizar tareas de mantenimiento o de servicio. Para períodos de inactividad cortos, como hasta el día siguiente o durante fines de semana, sitúe al sistema en espera. Consulte "Puesta en espera del sistema".

❖ Para apagar completamente el sistema TSQ

1. Cierre el flujo de líquido del LC (o de otro equipo de introducción de muestras) a la fuente de API. Para cerrar el flujo de líquido del LC a la fuente de API, realice lo siguiente:
   a. Elija **Inicio > Programas > Thermo Instruments > TSQ > TSQ Tune** para abrir la ventana EZ Tune.
   b. En la ventana EZ Tune, elija **Setup > Inlet Direct Control**. Aparece la vista de control directo de entradas.
   c. Haga clic en la ficha **LC** y haga clic en (Parar) para parar la bomba del LC.
2. En la ventana EZ Tune, elija **Control > Off** (o haga clic en el botón **On/Standby/Off**) para apagar el espectrómetro de masas.

3. Coloque el interruptor de servicio Electronics, situado en el cuadro de alimentación (vea la Figura 34 y la Figura 35), en la posición Service Mode.
4. En los sistemas TSQ Quantum Access y TSQ Quantum Access MAX, ponga el interruptor de servicio Vacuum, situado en el cuadro de alimentación (vea la Figura 35 en la página 48), en la posición Service Mode.
5. Coloque el interruptor principal de circuito de alimentación, situado en el cuadro de alimentación (vea la Figura 34 y la Figura 35), en la posición Service Mode. Cuando se sitúa el interruptor principal de circuito de alimentación en la posición de apagado (O), sucede lo siguiente:
   - Se corta la corriente al espectrómetro de masas. (Todos los indicadores luminosos del panel frontal del espectrómetro de masas se apagan.)
   - Un condensador de la tarjeta TCI Vent Delay proporciona energía a la válvula de purga durante dos a cuatro minutos (para permitir que la bomba turbomolecular deje de girar). Una vez que el condensador se descarga, la alimentación al solenoide de la válvula de purga se desconecta. Cuando cesa la alimentación a la válvula de purga, ésta se abre y el distribuidor de vacío se ventila con aire filtrado.
   - Transcurridos unos dos minutos, la presión del distribuidor de vacío alcanza la presión atmosférica.
6. Desconecte el cable de alimentación del espectrómetro de masas.

PRECAUCIÓN Antes de revisar o reparar los componentes calientes, espere a que se enfríen.

Nota Para realizar tareas de mantenimiento periódicas o preventivas sólo en el espectrómetro de masas, no es necesario desconectar el LC, los gases nitrógeno y argón, el sistema de datos ni el inyector automático. En este caso, el procedimiento de apagado ha finalizado. No obstante, si no se piensa trabajar con el sistema durante un período de tiempo extenso, Thermo Fisher Scientific recomienda desconectar el LC, el sistema de datos y el inyector automático como se describe en los pasos siguientes, del 7 al 12.

7. Apague el LC (opcional). Realice el procedimiento descrito en el manual que se suministra con el LC.
8. Desconecte el suministro de gas de colisión argón en el tanque.
9. Desconecte el suministro de gas nitrógeno en el tanque.
10. Desconecte el sistema de datos:
    a. Elija **Inicio > Apagar** en la barra de tareas de Windows™. Aparece el cuadro de diálogo de apagado de Windows.
    b. Para iniciar el procedimiento de apagado de Windows, seleccione **Apagar** y haga clic en **Aceptar**.
11. Apague la impresora láser con el interruptor de encendido/apagado.
12. Apague el inyector automático con el interruptor principal de encendido/apagado.

Inicio del sistema después de un apagado completo

Para iniciar el sistema TSQ después de su apagado completo, realice los procedimientos siguientes:

- Inicio del LC (opcional)
- Inicio del sistema de datos
- Inicio del espectrómetro de masas
- Inicio del inyector automático (opcional)
- Configuración de las condiciones de funcionamiento

Inicio del LC

Para iniciar el LC, realice el procedimiento de inicio descrito en el manual que se suministra con el LC. Si es preciso, configure el LC según lo descrito en la *Guía para la conexión de la serie TSQ*. No conecte el flujo de líquido al espectrómetro de masas.

Inicio del sistema de datos

❖ **Para iniciar el sistema de datos**

1. Encienda el monitor, el ordenador y la impresora.
2. Observe el procedimiento de arranque de Windows XP en el monitor y pulse CTRL+ALT+SUPR cuando el sistema lo solicite.

3. Haga clic en **Aceptar** o introduzca su contraseña (si la tiene) en el cuadro de diálogo de información de inicio de sesión.

Inicio del espectrómetro de masas

❖ Para iniciar el espectrómetro de masas

Nota El sistema de datos debe estar en funcionamiento antes de iniciar el espectrómetro de masas. El espectrómetro de masas no funcionará mientras no se reciba el software desde el sistema de datos.

1. Conecte el flujo de argón y de nitrógeno en los tanques si están desconectados.
2. Asegúrese de que el interruptor principal de circuito de alimentación está en la posición de apagado (O) y de que los interruptores de servicio Electronics y Vacuum (TSQ Quantum Access y TSQ Quantum Access MAX) se encuentren en la posición Service Mode.
3. Conecte el cable de alimentación del espectrómetro de masas.
4. Coloque el interruptor principal de circuito de alimentación en la posición de encendido (|). Al colocarlo en esta posición, se suministra corriente a los componentes del espectrómetro de masas no afectados por los interruptores de servicio Vacuum y Electronics.
5. En los sistemas TSQ Quantum Access y TSQ Quantum Access MAX, ponga el interruptor de servicio Vacuum en la posición Operational.
6. Coloque el interruptor de servicio Electronics en la posición Operational. Cuando se sitúa el interruptor de servicio Electronics en esta posición, sucede lo siguiente:
   - El indicador luminoso Power del panel frontal del espectrómetro de masas se ilumina en verde para indicar el paso de corriente a la electrónica del espectrómetro de masas. (Los voltajes de RF del multiplicador de electrones, el dínodo de conversión, la fuente de iones, el analizador de masas y la óptica iónica permanecen desconectados.)
   - El ordenador integrado se reinicia. Transcurridos varios segundos, el indicador luminoso Communication del panel frontal se ilumina en amarillo para indicar que el sistema de datos y el espectrómetro de datos han comenzado a establecer un enlace de comunicación.
   - Transcurridos otros segundos más, el indicador luminoso Communication se ilumina en verde para indicar que el sistema de datos y el espectrómetro de datos han establecido un enlace de comunicación. El software para el funcionamiento del espectrómetro de masas se transfiere a continuación del sistema de datos al espectrómetro de masas.
   - Transcurridos tres minutos, el indicador luminoso System se ilumina en amarillo para indicar que la transferencia de software desde el sistema de datos al espectrómetro de masas ha finalizado y que el instrumento se encuentra en espera.
   - El indicador luminoso Vacuum del panel frontal del espectrómetro de masas permanece apagado hasta que la bomba turbomolecular alcanza el 80 por ciento de su velocidad máxima de 750 Hz. En ese instante, el medidor de ionización se activa y el indicador luminoso Vacuum se ilumina en amarillo. El indicador luminoso Vacuum se ilumina en verde, y la alta tensión se puede activar, sólo si la presión de la zona del analizador de masas, medida por el medidor de ionización, se encuentra por debajo de la presión máxima permisible de 7×10^{-4} Torr.

Si dispone de inyector automático, vaya al tema siguiente, "Inicio del inyector automático". En caso contrario, vaya al tema "Configuración de las condiciones de funcionamiento".

Inicio del inyector automático

❖ **Para iniciar el inyector automático**

Ponga el interruptor principal de alimentación del inyector automático en la posición de encendido. Si es preciso, configure el inyector automático. Para obtener información sobre los procedimientos para colocar viales de muestra, preparar disolventes y botellas de residuos, instalar jeringas, etc., consulte el manual que se suministra con el inyector automático de muestras. Consulte también la *Guía para la conexión de la serie TSQ*.

Configuración de las condiciones de funcionamiento

❖ **Para configurar el funcionamiento del espectrómetro de masas TSQ**

1. Antes de comenzar la adquisición de datos con el sistema TSQ, deje que el sistema realice el bombeo de vacío durante al menos una hora. El funcionamiento del sistema con aire y agua en exceso en el distribuidor de vacío puede originar menor sensibilidad, problemas de sintonización y el acortamiento de la vida útil del multiplicador de electrones.
2. Asegúrese de que la presión del argón y del nitrógeno se encuentra dentro de los límites operativos [argón: 135 ± 70 kPa (20 ± 10 psig), nitrógeno: 690 ± 140 kPa (100 ± 20 psig)].

   Nota Para que el espectrómetro de masas TSQ rinda con normalidad, debe purgarse el aire de la línea de argón o conceder el tiempo suficiente para que se purgue.
3. En la ventana EZ Tune, elija **View > Instrument Status** y mire la vista Instrument Status. Compruebe que la presión del medidor de ionización es inferior a 5×10^{-6} Torr, y que la presión de la bomba rotatoria mecánica de alto vacío está por debajo de aproximadamente 50 mTorr (con el tubo de transferencia de iones sellado con una tapa tipo septum).
4. Retire el septum del orificio del tubo de transferencia de iones.
5. Configure la fuente de ionización API para trabajar según las instrucciones incluidas en los manuales *Manual de equipos de fuente de ionización API Ion Max e Ion Max-S, Guía del usuario de la sonda HESI-II, Guía del usuario de la sonda H-ESI, Manual del operador de la fuente de iones de nanospray,* y *Manual de puesta en marcha de la serie TSQ*.

Nota No es necesario calibrar y sintonizar el espectrómetro de masas TSQ cada vez que se reinicia el sistema TSQ.

Los parámetros de calibración son parámetros del instrumento que influyen en la precisión y resolución de masas. Los parámetros de sintonización son parámetros del instrumento que influyen en la intensidad de la señal de los iones. Se recomienda sintonizar y calibrar el espectrómetro de masas TSQ (esto es, optimizar los parámetros de sintonización y calibración) una vez al trimestre. Para obtener información sobre el procedimiento de sintonización y calibración del espectrómetro de masas TSQ, consulte "Sintonización y calibración automáticas en modo ESI/MS" en el *Manual de puesta en marcha de la serie TSQ*.

Los parámetros de sintonización deben optimizarse (o modificar el método de sintonización) siempre que se cambie el tipo de ensayo. Para obtener información sobre procedimientos para optimizar los parámetros de sintonización para un ensayo ESI o APCI, consulte "Optimización del espectrómetro de masas con su compuesto en modo ESI/MS/MS" o "Optimización del espectrómetro de masas con su compuesto en modo APCI/MS/MS" en el *Manual de Puesta en Marcha de la serie TSQ*.

Reinicio del espectrómetro de masas

En caso de pérdida de comunicación entre el espectrómetro de masas y el ordenador del sistema de datos, puede que se necesite reiniciar el espectrómetro de masas mediante el botón Reset situado en el cuadro de alimentación lateral derecho. La pulsación del botón de reinicio del sistema System Reset origina la interrupción en el ordenador integrado, lo que reinicia el ordenador integrado en un estado conocido (predeterminado). Para localizar el botón System Reset, vea la Figura 34 en la página 48.

El procedimiento que se incluye aquí presupone que el espectrómetro de masas y el ordenador del sistema de datos están en marcha y operativos. Si el espectrómetro de masas, el ordenador del sistema de datos o ambos están apagados, vaya a "Inicio del sistema después de un apagado completo" en la página 51.

❖ Para reiniciar el espectrómetro de masas

Pulse el botón System Reset situado en el cuadro de alimentación lateral derecho. Antes de soltar el botón System Reset, asegúrese de que el indicador luminoso Communication está apagado. Al pulsar el botón de reinicio, ocurre lo siguiente:

- Una interrupción en el ordenador integrado origina el reinicio de la CPU. Todos los indicadores luminosos del cuadro frontal del espectrómetro de masas están apagados salvo el de alimentación Power.
- Transcurridos varios segundos, el indicador luminoso Communication se ilumina en amarillo para indicar que el sistema de datos y el espectrómetro de datos han comenzado a establecer un enlace de comunicación.
- Transcurridos otros segundos más, el indicador luminoso Communication se ilumina en verde para indicar que el sistema de datos y el espectrómetro de datos han establecido un enlace de comunicación. El software para el funcionamiento del espectrómetro de masas se transfiere a continuación del sistema de datos al espectrómetro de masas.

- Tres minutos después, la transferencia de software termina. El indicador luminoso System se ilumina en verde para indicar que el instrumento funciona y que las altas tensiones están activadas, o en amarillo para indicar que el instrumento funciona y se encuentra en espera.

Reinicio del sistema de datos

Hay dos métodos para reiniciar el sistema de datos:

- Reinicio del sistema de datos mediante el procedimiento de apagado y reinicio de Windows
- Reinicio del sistema de datos con el apagado y encendido consecutivo del ordenador personal

Reinicio del sistema de datos mediante el procedimiento de apagado y reinicio de Windows

Si es posible, utilice el procedimiento de apagado y reinicio de Windows para apagar y reiniciar el sistema de datos para que Windows pueda cerrar programas y guardar los cambios en los archivos de forma apropiada.

❖ **Para reiniciar el sistema de datos mediante el procedimiento de apagado y reinicio de Windows**

1. Elija **Inicio > Apagar** en la barra de tareas de Windows. Aparece el cuadro de diálogo de apagado de Windows.
2. Para iniciar el procedimiento de apagado y reinicio de Windows, seleccione **Reiniciar** y haga clic en **Aceptar**.
3. Observe el procedimiento de apagado y reinicio de Windows en el monitor. Pulse CTRL+ALT+SUPR cuando el sistema lo solicite.
4. Para finalizar el procedimiento de apagado y reinicio, haga clic en **Aceptar** o introduzca su contraseña (si la tiene) en el cuadro de diálogo de información de inicio de sesión.

Nota El enlace de comunicación entre el sistema de datos y el espectrómetro de masas debe restablecerse automáticamente una vez reiniciado el sistema de datos. Cuando así ocurre, el indicador luminoso Communication del panel frontal del espectrómetro de masas se ilumina en amarillo y después en verde. Si el sistema no puede restablecer el enlace de comunicación, pulse el botón System Reset del cuadro de alimentación del espectrómetro de masas.

Reinicio del sistema de datos con el apagado y encendido consecutivo del ordenador personal

Cuando no pueda reiniciar el sistema de datos con el procedimiento de apagado y reinicio de Windows, realice lo siguiente:

1. Pulse el botón de encendido del ordenador personal para apagarlo.
2. Transcurridos varios segundos, pulse el botón de encendido del ordenador personal para encenderlo.

3. Observe el procedimiento de arranque de Windows XP en el monitor y pulse CTRL+ALT+SUPR cuando el sistema lo solicite.
4. Para finalizar el procedimiento de apagado y reinicio, haga clic en **Aceptar** o introduzca su contraseña en el cuadro de diálogo de información de inicio de sesión.
5. Una vez finalizado el procedimiento de apagado y reinicio, elija **Inicio > Todos los programas > Thermo Instruments > TSQ > TSQ Tune** para abrir la ventana EZ Tune.

Nota El enlace de comunicación entre el sistema de datos y el espectrómetro de masas debe restablecerse automáticamente una vez reiniciado el sistema de datos. Cuando así ocurre, el indicador luminoso Communication del panel frontal del espectrómetro de masas se ilumina en amarillo y después en verde. Si el sistema no puede restablecer el enlace de comunicación, pulse el botón System Reset del cuadro de alimentación lateral derecho del módulo de entrada de corriente del espectrómetro de masas.

Apagado de componentes seleccionados del espectrómetro de masas

Existen distintos métodos para apagar determinados componentes del espectrómetro de masas:

- Apagar componentes individuales del espectrómetro de masas desde la ventana EZ Tune. El apagado de componentes individuales del espectrómetro de masas puede ser necesario cuando surgen problemas o se ejecutan algunos procedimientos de diagnóstico.
- Coloque el espectrómetro de masas en modo de espera (standby). Standby es el estado normal en que se deja el espectrómetro de masas cuando no está en uso. En la ventana EZ Tune, elija **Control > Standby** (o encienda o apague el botón On/Standby) para colocar el espectrómetro de masas en espera.
- Ponga el espectrómetro de masas en estado de apagado (Off). El estado de apagado (Off) es similar al modo de espera, salvo que los componentes de alta tensión del espectrómetro de masas se apagan. Para colocar el espectrómetro de masas en estado de apagado, elija **Control > Off** en la ventana EZ Tune.
- Coloque el interruptor de servicio Electronics en la posición Service Mode. El interruptor Electronics apaga todos los componentes del espectrómetro de masas salvo la fuente de alimentación de +24 V, la bomba rotatoria mecánica de alto vacío, la bomba turbomolecular, la tarjeta TCI Vent Delay y los ventiladores.
- En los sistemas TSQ Quantum Access y TSQ Quantum Access MAX, ponga el interruptor de servicio Vacuum en la posición Service Mode. El interruptor Vacuum apaga todos los componentes del sistema de vacío, incluidos la fuente de alimentación de +24 V, la bomba rotatoria mecánica de alto vacío, la bomba turbomolecular, la tarjeta TCI Vent Delay y los ventiladores.
- Coloque el interruptor principal de circuito de alimentación en la posición de apagado (O). En la posición de apagado (O), el interruptor corta la corriente del espectrómetro de masas, sistema de vacío incluido.

La Tabla 2 resume el estado de activación/desactivación de los componentes, tensiones y flujos de gases del espectrómetro de masas.

Tabla 2. Estado On/Off (activ./desactiv.) de componentes, tensiones, y flujos de gases del espectrómetro de masas (Hoja 1 de 2)

Componente de espectrómetro de masas	Standby	Off	Interruptor de servicio Electronics en posición Service Mode	Interruptor de servicio Vacuum (TSQ Quantum Access y TSQ Quantum Access MAX) en posición Service Mode	Interruptor principal de circuito de alimentación en posición Off
Multiplicador de electrones	Off	Off	Off	Off	Off
Dínodo de conversión	Off	Off	Off	Off	Off
Voltaje de RF de analizador de masas	Off	Off	Off	Off	Off
Tensión de offset de CC del analizador de masas	Off	Off	Off	Off	Off
Voltaje de RF de ópticas iónicas Q00 y Q0	Off	Off	Off	Off	Off
Tensión de offset de ópticas iónicas Q00 y Q0	Off	Off	Off	Off	Off
Lente tubular o lente S	**On**	Off	Off	Off	Off
Calefactor de tubo de transferencia de iones	**On**	Off	Off	Off	Off
Tensión de offset de CC de tubo de transferencia de iones	**On**	Off	Off	Off	Off
Aguja de descarga en corona de APCI	Off	Off	Off	Off	Off
Vaporizador APCI	Off	Off	Off	Off	Off
Aguja de ESI	Off	Off	Off	Off	Off
Gas envolvente	Off	Off	Off	Off	Off
Gas auxiliar	Off	Off	Off	Off	Off
Gas de colisión argón	Off	Off	Off	Off	Off
Válvula de purga	Cerrada	Cerrada	Cerrada	**Abierta** (pasados 2 a 4 min)	**Abierta** (pasados 2 a 4 min)
Bomba turbomolecular	**On**	**On**	**On**	Off	Off
Bomba rotatoria mecánica de alto vacío	**On**	**On**	**On**	Off	Off
Tarjeta TCI Vent Delay	**On**	**On**	**On**	Off	Off
Ordenador integrado	**On**	**On**	Off	**On**	Off
Controlador de bomba turbomolecular	**On**	**On**	**On**	Off	Off
Alimentación eléctrica, multiplicador de electrones y dínodo de conversión	Off	Off	Off	Off	Off
Alimentación eléctrica, 8 kV	Off	Off	Off	Off	Off
Alimentación eléctrica de PS1, +24 V	**On**	**On**	**On**	Off	Off

Tabla 2. Estado On/Off (activ./desactiv.) de componentes, tensiones, y flujos de gases del espectrómetro de masas (Hoja 2 de 2)

Componente de espectrómetro de masas	Standby	Off	Interruptor de servicio Electronics en posición Service Mode	Interruptor de servicio Vacuum (TSQ Quantum Access y TSQ Quantum Access MAX) en posición Service Mode	Interruptor principal de circuito de alimentación en posición Off
Alimentación eléctrica de PS2, +5, ±15, ±24 V de CC	**On**	**On**	Off	Off	Off
Alimentación eléctrica de PS3, +36, -28 V de CC	**On**	**On**	Off	Off	Off
Ventilador, bomba turbomolecular	**On**	**On**	**On**	Off	Off
Ventilador, sobre distribuidor	**On**	**On**	**On**	Off	Off
Ventilador, pared central	**On**	**On**	**On**	Off	Off
Medidor Convectron, bomba rotatoria alto vacío	**On**	**On**	**On**	**On**	Off
Medidor Convectron, celda de colisión	**On**	**On**	Off	**On**	Off
Medidor de ionización	**On**	**On**	Off	Off	Off

Actividad diaria

Para garantizar el funcionamiento apropiado del sistema, Thermo Fisher Scientific recomienda la realización diaria de los procedimientos de comprobación y limpieza del sistema TSQ que se describen a continuación.

Contenido

- Comprobaciones previas a la actividad con el sistema TSQ
- Comprobaciones posteriores a la actividad con el sistema TSQ

Nota No es necesario calibrar y sintonizar el espectrómetro de masas como parte de la rutina diaria.

Los parámetros de sintonización son parámetros del instrumento que influyen en la intensidad de la señal de los iones. Los parámetros de calibración son parámetros del instrumento que influyen en la precisión y resolución de masas del espectro de masas. El espectrómetro de masas debe sintonizarse y calibrarse (esto es, optimizar los parámetros de sintonización y calibración) una vez al trimestre. Para obtener información sobre cómo sintonizar y calibrar el espectrómetro de masas, consulte "Sintonización y calibración automáticas en modo ESI/MS" en el *Manual de puesta en marcha de la serie TSQ*.

Los parámetros de sintonización deberán optimizarse (o modificar el método de sintonización) siempre que se cambie el tipo de ensayo. Para obtener información sobre procedimientos para optimizar los parámetros de sintonización para un ensayo ESI o APCI, consulte "Optimización del espectrómetro de masas con su compuesto en modo ESI/MS/MS" u "Optimización del espectrómetro de masas con su compuesto en modo APCI/MS/MS" en el *Manual de puesta en marcha de la serie TSQ*.

Comprobaciones previas a la actividad con el sistema TSQ

Todos los días y antes de iniciar los análisis, verifique que el instrumento está preparado para funcionar con las comprobaciones siguientes:

- Compruebe el suministro de argón y nitrógeno.
- Compruebe si el tubo de muestras de sílice fundida del ESI se ha alargado.
- Compruebe los niveles de vacío del sistema.

Comprobación del suministro de argón y nitrógeno

Compruebe el suministro de argón en el regulador del tanque de gas. Asegúrese de que dispone de gas suficiente para los análisis. Si es preciso, instale un tanque de argón nuevo. Verifique que la presión de llegada del argón al espectrómetro de masas está en torno a 135 ± 70 kPa (20 ± 10 psig). Si es preciso, ajuste la presión con el regulador de presión del tanque.

Compruebe el suministro de nitrógeno en el regulador del tanque de gas nitrógeno o tanque de evaporación de nitrógeno líquido. Asegúrese de que dispone de gas suficiente para los análisis. Basado en una actividad diaria de 24 horas, el consumo de nitrógeno normal es de 2800 litros (100 pies cúbicos) al día. Si es preciso, sustituya el tanque. Verifique que la presión de llegada del nitrógeno al espectrómetro de masas está en torno a 690 ± 140 kPa (100 ± 20 psig). Si es preciso, ajuste la presión con el regulador de presión del tanque.

PRECAUCIÓN Antes de iniciar la actividad diaria, asegúrese de que dispone de nitrógeno suficiente para la fuente de ionización API. La presencia de oxígeno en la fuente de iones cuando el espectrómetro de masas está encendido puede ser peligrosa. Cuando la presión del nitrógeno es demasiado baja, el sistema TSQ muestra un mensaje emergente.

Comprobación de posible alargamiento del tubo de muestras de sílice fundida del ESI

El uso de acetonitrilo en la fase móvil puede originar el alargamiento del recubrimiento de poliimida del tubo de muestras de sílice fundida. Este alargamiento puede deteriorar la intensidad de señal y la estabilidad de señal en el tiempo.

En caso de funcionamiento en modo ESI con un tubo de muestras de sílice fundida, verifique que éste no se ha alargado más allá de la punta de la aguja del pulverizador de ESI. (Este alargamiento no se produce con una aguja metálica.)

Para obtener más información sobre cómo cortar y volver a colocar el tubo de muestras en torno a 0,5 mm (entre 0 y 1 mm) dentro del extremo de la aguja del ESI, consulte el manual *Manual de equipos de fuente de ionización API Ion Max e Ion Max-S*.

Comprobación de niveles de vacío del sistema

Para rendir de forma apropiada, el sistema TSQ debe funcionar en los niveles de vacío adecuados. El funcionamiento del sistema con niveles de vacío insuficientes puede originar menor sensibilidad, problemas de sintonización y el acortamiento de la vida útil del multiplicador de electrones. Antes de realizar la primera adquisición, debe comprobar el sistema en busca de fugas de aire con el control de los niveles de vacío del sistema.

Puede comprobar el valor actual de las presiones en la zona del tubo de transferencia de iones-skimmer y la línea de vacío preliminar (rotulada *Forepump Pressure*), y en la zona del analizador (rotulada *Ion Gauge Pressure*) en la vista Instrument Status de la ventana EZ Tune. Para abrir la ventana EZ Tune desde la barra de tareas de Windows, elija **Inicio > Todos los programas > Thermo Instruments > TSQ > TSQ Tune**. Elija **View > Instrument Status** para mostrar la vista Instrument Status.

Compare los valores actuales de las presiones en el distribuidor de vacío con los valores enumerados en la Tabla 3. Si los valores actuales superan lo normal, puede que haya una fuga de aire.

Tabla 3. Lecturas de presión normales en los sistemas TSQ Vantage y TSQ Quantum Ultra

Condiciones	Lectura de medidor Convectron (bomba rotatoria alto vacío, zona tubo transferencia iones-skimmer)	Lectura de medidor de ionización (zona analizador)
Gas de colisión desact., orificio tubo transferencia iones sellado	Menos de 0,05 Torr	Menos de 3×10^{-6} Torr (tras bombear al menos una hora)
Gas de colisión desact., orificio tubo transferencia iones abierto	De 0,9 a 1,2 Torr (110 V a 60 Hz) De 1,5 a 2,2 Torr (220 V a 50 Hz)	Menos de 5×10^{-6} Torr
Gas de colisión ajustado en 2 mTorr, orificio tubo transferencia iones abierto	De 0,9 a 1,2 Torr (110 V a 60 Hz) De 1,5 a 2,2 Torr (220 V a 50 Hz)	Menos de 3×10^{-5} Torr

Tabla 4. Lecturas de presión normales en sistemas los sistemas TSQ Quantum Access y TSQ Quantum Access MAX

Condiciones	Lectura de medidor Convectron (bomba rotatoria alto vacío, zona tubo transferencia iones-skimmer)	Lectura de medidor de ionización (zona analizador)
Gas de colisión desact., orificio tubo transferencia iones sellado	Menos de 0,05 Torr	Menos de 3×10^{-6} Torr (tras bombear al menos una hora)
Gas de colisión desact., orificio tubo transferencia iones abierto	De 1,2 s 1,8 Torr (110 V a 60 Hz) De 1,5 a 2,2 Torr (220 V a 50 Hz)	Menos de 5×10^{-6} Torr
Gas de colisión ajustado en 2 mTorr, orificio tubo transferencia iones abierto	De 1,2 a 1,8 Torr (110 V a 60 Hz) De 1,5 a 2,2 Torr (220 V a 50 Hz)	Menos de 3×10^{-5} Torr

Si la presión es alta (superior a 5×10^{-5} Torr en la zona del analizador), y ha reiniciado el sistema en los últimos 30 a 60 minutos, espere otros 30 minutos y vuelva a comprobar la presión. Si la presión disminuye a medida que pasa el tiempo, compruebe la presión de forma periódica hasta que se mantenga en el rango de presiones normales del espectrómetro de masas.

Si la presión permanece alta, puede que el sistema tenga una fuga de aire. Si sospecha que hay una fuga de aire, apague el sistema como se describe en el tema "Apagado completo del sistema" en la página 50. Realice una inspección visual del sistema de vacío y las líneas de vacío en busca de fugas. Compruebe todas las conexiones y bridas del sistema y apriete todas las que se hayan aflojado. No apriete las conexiones sin la debida discriminación. Preste especial atención a las conexiones recientemente cambiadas y a las que están sujetas a calentamiento y enfriamiento. Asegúrese de que las tapas del distribuidor de vacío están bien selladas.

Comprobaciones posteriores a la actividad con el sistema TSQ

Después de trabajar con el sistema TSQ, prepárelo para un período de inactividad con las acciones siguientes:

- Limpieza de línea de transferencia de muestras, tubo de muestras y sonda de API
- Puesta en espera del sistema
- Limpieza del cono de barrido de iones y el tubo de transferencia de iones
- Vaciado de botella de desecho de disolventes

Limpieza de línea de transferencia de muestras, tubo de muestras y sonda de API

Thermo Fisher Scientific recomienda la limpieza de la línea de transferencia de muestras, el tubo de muestras y la sonda de API al final de cada día de trabajo (o con más frecuencia si se sospecha que están contaminados) inyectando una solución de agua destilada/metanol al 50:50 desde el LC y a través de la fuente de API.

❖ **Para limpiar la línea de transferencia de muestras, el tubo de muestras y la sonda de API**

1. Espere a que finalice la adquisición de datos, si la hay.
2. Para abrir la ventana EZ Tune desde la barra de tareas de Windows, elija **Inicio > Programas > Thermo Instruments > TSQ > TSQ Tune**.
3. En la ventana EZ Tune, elija **Control > On** (o haga clic en el botón On/Standby) para activar las tensiones y los flujos de gases en la fuente de API.
   - Si se encuentra en modo APCI, vaya al paso 4.
   - Si se encuentra en modo ESI, vaya al paso 5.
4. Configure la fuente de APCI:
   a. En la ventana EZ Tune, haga clic en el botón Ion Source para mostrar el cuadro de diálogo de dispositivos de fuente de iones.
   b. Ajuste la temperatura del vaporizador de APCI en 500 °C:
   Seleccione **Vaporizer Temperature** en la lista de dispositivos y, a continuación, escriba **500** en el cuadro y haga clic en **Apply**.
   c. Ajuste el caudal del gas envolvente en 30:
   Seleccione **Sheath Gas Pressure** en la lista de dispositivos y, a continuación, escriba **30** en el cuadro y haga clic en **Apply**.
   d. Ajuste el caudal del gas auxiliar en 5:
   Seleccione **Aux Valve Flow** en la lista de dispositivos y, a continuación, escriba **5** en el cuadro y haga clic en **Apply**.
   e. Ajuste la corriente del pulverizador en 0:
   Seleccione **Spray Current** en la lista de dispositivos y, a continuación, escriba **0** en el cuadro y haga clic en **Apply**.

   Vaya al paso 6.

5. Configure la fuente de ESI como sigue:
   a. En la ventana EZ Tune, haga clic en el botón Ion Source para mostrar el cuadro de diálogo de dispositivos de fuente de iones.
   b. Ajuste el caudal del gas envolvente en 30:
   Seleccione **Sheath Gas Pressure** en la lista de dispositivos y, a continuación, escriba **30** en el cuadro y haga clic en **Apply**.
   c. Ajuste el caudal del gas auxiliar en 5:
   Seleccione **Aux Valve Flow** en la lista de dispositivos y, a continuación, escriba **5** en el cuadro y haga clic en **Apply**.
   d. Ajuste la tensión de nebulización ESI en 0:
   Seleccione **Spray Voltage** en la lista de dispositivos y, a continuación, escriba **0** en el cuadro y haga clic en **Apply**.
6. Configure y active un flujo de solución de agua/metanol al 50:50 desde el LC hasta la fuente de API, de la manera siguiente:
   a. En la ventana EZ Tune, elija **Setup > Inlet Direct Control**. Aparece la vista de control directo de entradas.
   b. Haga clic en la ficha **LC**.
   c. Ajuste el caudal en un valor normal para los ensayos que vaya a realizar.
   d. Ajuste las proporciones del disolvente en metanol y agua al 50%.
   e. Haga clic en (Iniciar) para activar la bomba del LC.
7. Deje que la solución fluya por la línea de transferencia de muestras, el tubo de muestras y la sonda de API durante 15 minutos. Transcurridos 15 minutos, desactive el flujo de líquido del LC a la fuente de API de la manera siguiente: Deje encendida la fuente de ionización API (vaporizador de APCI, gas envolvente y gas auxiliar incluidos) 5 minutos más. Haga clic en (Parar) para parar la bomba del LC.
8. Transcurridos 5 minutos, desconecte la fuente de API colocando el espectrómetro de masas en espera: En la ventana EZ Tune, elija **Control > Standby** (o haga clic en el botón On/Standby) para poner el espectrómetro de masas en espera.

Vaya al tema siguiente, "Puesta en espera del sistema".

Puesta en espera del sistema

❖ Para colocar el sistema TSQ en espera

1. En la ventana EZ Tune, elija **Control > Standby** (o haga clic en el botón On/Standby) para poner el espectrómetro de masas en espera. Cuando el sistema se encuentra en espera, el indicador luminoso System del panel frontal del espectrómetro de masas se ilumina en amarillo.
2. Deje encendido el espectrómetro de masas.
3. Deje encendido el LC.

4. Deje encendido el inyector automático.
5. Deje encendido el sistema de datos.

Vaya al tema siguiente, "Limpieza del cono de barrido de iones y el tubo de transferencia de iones".

Limpieza del cono de barrido de iones y el tubo de transferencia de iones

Debe limpiar el cono de barrido de iones y el tubo de transferencia de iones de forma periódica para evitar la corrosión y mantener el rendimiento óptimo de la fuente de ionización API. Si utiliza tampones no volátiles en el sistema de disolventes o altas concentraciones de muestras, puede que necesite limpiar el cono de barrido de iones y el tubo de transferencia de iones más a menudo.

Consulte el tema "Mantenimiento del cono de barrido de iones y el tubo de transferencia de iones" en la página 72.

Vaya al tema siguiente, "Vaciado de botella de desecho de disolventes".

Vaciado de botella de desecho de disolventes

Thermo Fisher Scientific recomienda comprobar a diario la botella de desecho de disolventes. Si es preciso, vacíela. Elimine los residuos de disolventes según la normativa vigente.

Extracción y reinstalación de caja de fuente de iones

La caja de la fuente de iones Ion MAX™ (en los sistemas TSQ Quantum Access MAX, TSQ Vantage y TSQ Quantum Ultra) o Ion MAX-S (en el sistema TSQ Quantum Access) debe extraerse antes de realizar tareas de mantenimiento en la óptica iónica o la interfaz de la fuente de iones, o para acceder al cono de barrido de iones.

Contenido

- Extracción de caja de fuente de iones Ion Max o Ion Max-S
- Instalación de caja de fuente de iones Ion Max o Ion Max-S
- Mantenimiento de cajas Ion Max e Ion Max-S

Extracción de caja de fuente de iones Ion Max o Ion Max-S

Nota Antes de extraer la caja de la fuente de iones, observe si todavía tiene una sonda de fuente de iones instalada para desconectar las líneas de líquido externas conectadas a la sonda.

❖ **Para extraer la caja de la fuente de iones**

1. Retire el tubo de descarga de la conexión de evacuación de la caja de la fuente de iones. Vea la Figura 36 y la Figura 37.
2. Gire 90 grados las palancas de bloqueo de la caja de la fuente de iones para soltarla del conjunto de soporte.
3. Extraiga la caja de la fuente de iones tirando de ella hasta sacarla del conjunto de soporte, y guárdela temporalmente en un lugar seguro.

Figura 36. Caja de fuente Ion Max (frontal)

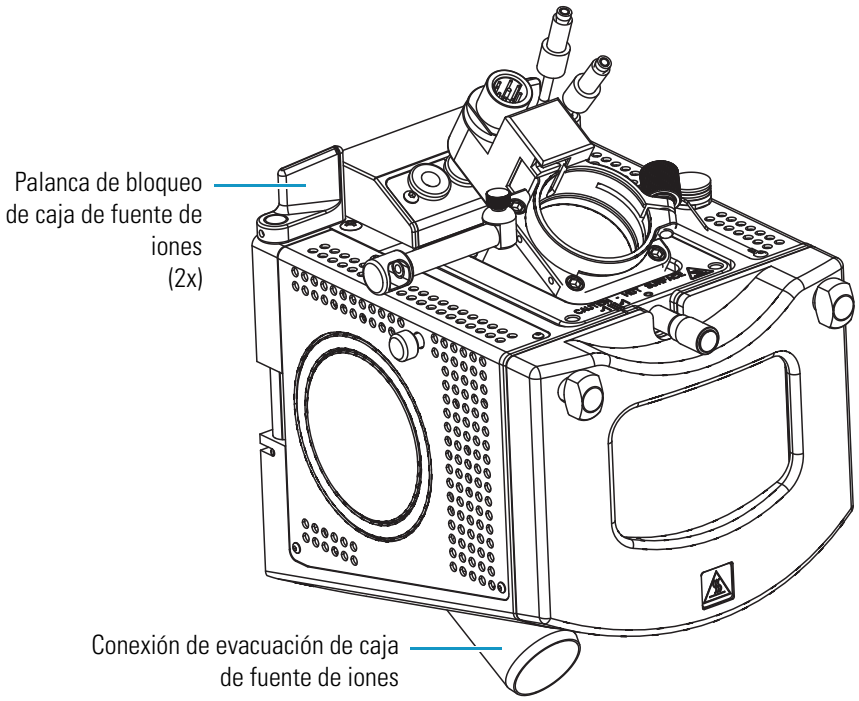
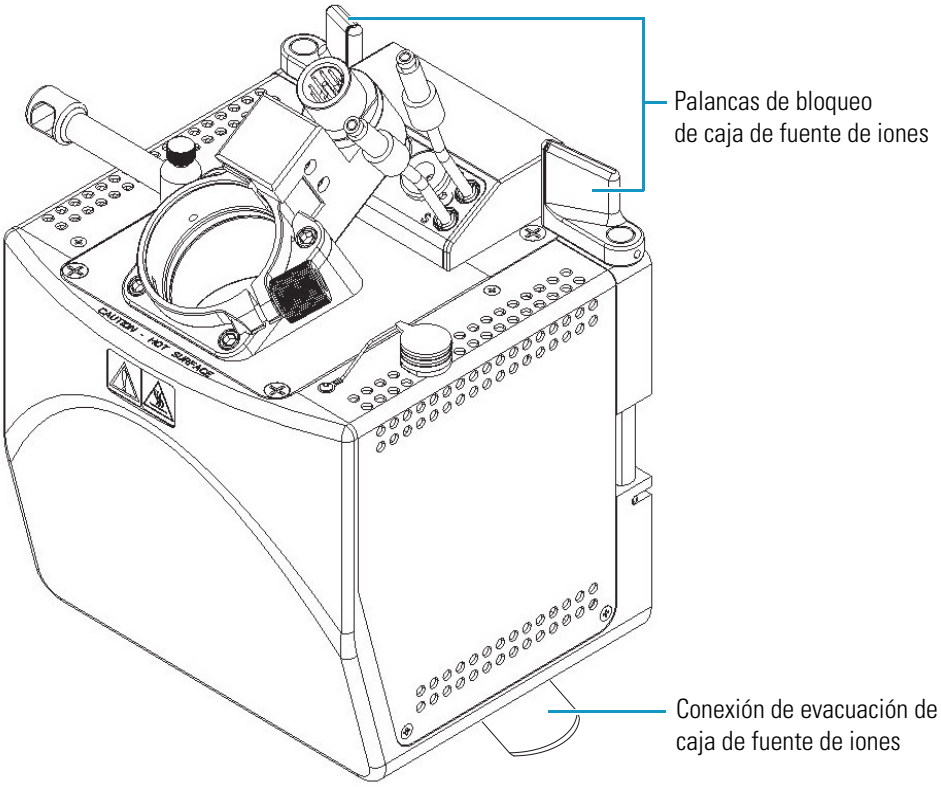


Figura 37. Caja de fuente Ion Max-S (frontal)



Instalación de caja de fuente de iones Ion Max o Ion Max-S

❖ **Para reinstalar la caja de fuente de iones Ion Max o Ion Max-S**

1. Alinee los dos agujeros de perno de guía situados en la parte posterior de la caja de la fuente de iones con los pernos de guía de la caja de fuente de iones del espectrómetro de masas. Con cuidado, introduzca la caja de la fuente de iones en su soporte. Vea la Figura 38 y la Figura 39.

Figura 38. Caja de fuente de iones (parte trasera)

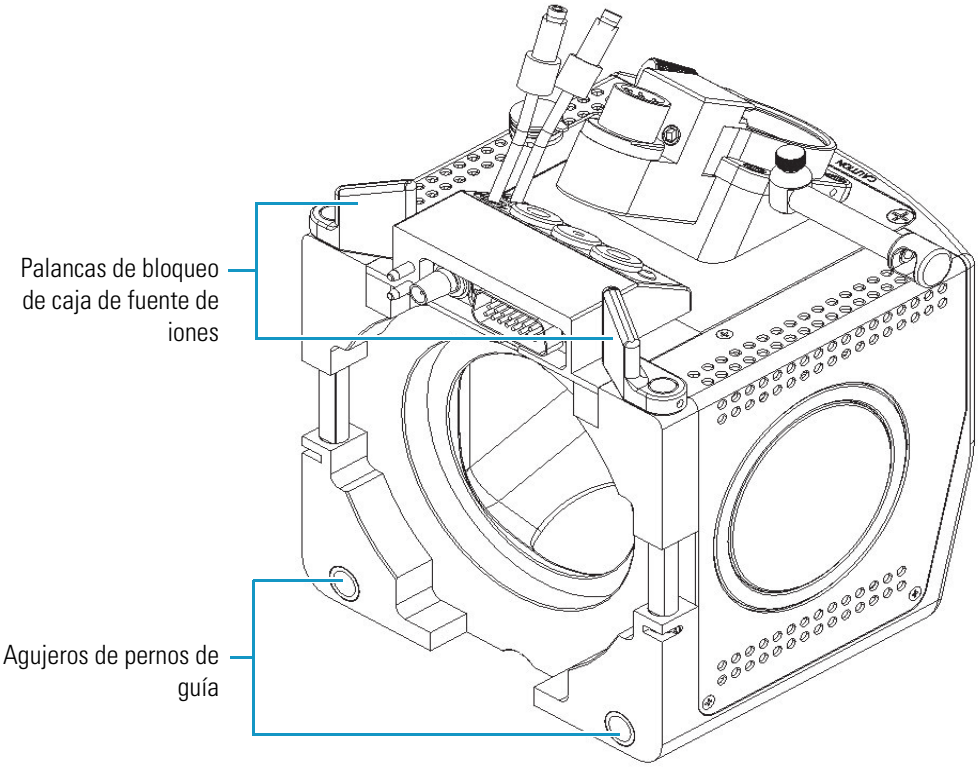
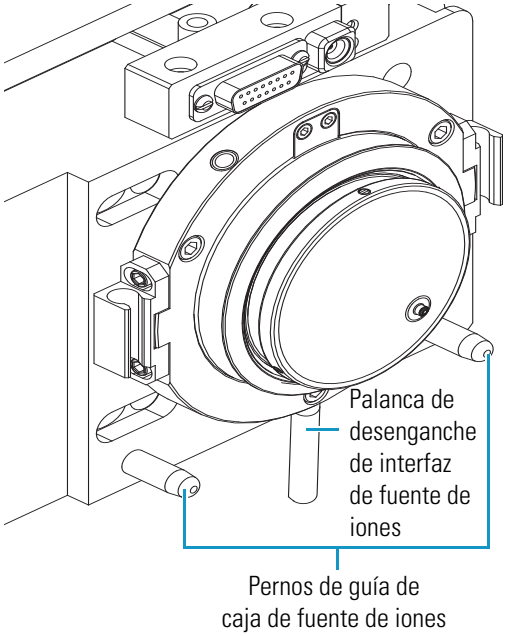


Figura 39. Soporte de fuente de iones, con pernos de guía de caja y palanca de desenganche de interfaz de fuente de iones



2. Gire 90 grados las palancas de bloqueo de la caja de la fuente de iones para fijarla en el conjunto de soporte de la fuente de iones.

PRECAUCIÓN Evite el exceso de residuos de disolventes en la fuente de iones y el espectrómetro de masas. Asegúrese siempre de que el líquido del tubo de descarga puede fluir a un contenedor de residuos.

3. Vuelva a instalar el tubo de descarga de la caja de la fuente de iones.

PRECAUCIÓN **No** purgue el tubo de descarga de la fuente de iones (ni tubo de ventilación alguno conectado al contenedor de residuos) en el mismo sistema de escape de gases al que haya conectado la bomba rotatoria mecánica de alto vacío. La cámara de la fuente de iones y la óptica del analizador pueden contaminarse con el aceite de la bomba mecánica si el tubo de descarga de la fuente de iones y el tubo de escape de la bomba rotatoria mecánica de alto vacío (azul) se conectan al mismo sistema de escape de gases.

El laboratorio debe tener al menos dos sistemas de escape de gases. Dirija el tubo de escape de la bomba rotatoria mecánica de alto vacío (azul) a un sistema de escape de gases específico. Dirija el tubo de descarga de la fuente de iones al contenedor de residuos. Conecte el contenedor de residuos a un sistema de escape de gases específico.

   a. Conecte el tubo de DI de 2,54 cm (1 pulg.) Tygon™ (P/N 00301-22922) a la conexión de evacuación de la caja de la fuente de iones.

   b. Conecte el extremo libre del tubo a un sistema de evacuación específico. Conecte el sistema de evacuación a un sistema de escape de gases.

La fuente de iones Ion Max o Ion Max-S queda así instalada de forma adecuada en el espectrómetro de masas.

Mantenimiento de cajas Ion Max e Ion Max-S

Las cajas de fuente de iones Ion Max e Ion Max-S están pensadas para su reparación por parte de técnicos de asistencia al cliente de Thermo Fisher Scientific. Las tareas de mantenimiento por parte del usuario se limitan a limpiar la caja de la fuente de iones cuando sea preciso. Para limpiar la caja, extráigala del instrumento y, bajo una campana extractora de gases apropiada, lave su interior con metanol. Espere a que la caja se seque antes de instalarla de nuevo en el espectrómetro de masas. Asegúrese de respetar las precauciones de seguridad incluidas en los apartados relacionados con la instalación y extracción de la caja. En caso de requerir cualquier otro tipo de servicio, póngase en contacto con el servicio técnico de Thermo Fisher Scientific.

Mantenimiento

En este capítulo se describen los procedimientos de mantenimiento periódico que hay que realizar para garantizar el rendimiento óptimo del instrumento. El rendimiento óptimo del espectrómetro de masas TSQ depende del mantenimiento de todas las piezas del instrumento. **El usuario es responsable de mantener adecuadamente el sistema con la realización periódica de los procedimientos de mantenimiento del mismo.**

Nota Sea metódico cuando realice procedimientos de mantenimiento. Para manipular los componentes de la fuente de iones, utilice siempre guantes limpios que no suelten pelusa. Coloque siempre los componentes sobre una superficie limpia y sin pelusa, y nunca emplee demasiada fuerza como, por ejemplo, al apretar tornillos.

Contenido

- Frecuencia de limpieza
- Mantenimiento del cono de barrido de iones y el tubo de transferencia de iones
- Mantenimiento del conjunto de la interfaz de fuente de iones
- Limpieza de óptica iónica Q00
- Limpieza de filtros de ventiladores

La Tabla 5 enumera los procedimientos periódicos y menos frecuentes de mantenimiento del espectrómetro de masas. La mayoría de procedimientos implican limpieza. Por ejemplo, se describen procedimientos para la limpieza del tubo de transferencia de iones, el cono de barrido de iones, el skimmer y la lente tubular de los sistemas TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX y TSQ Quantum Ultra, la lente de salida y la lente S del sistema TSQ Vantage, la lente de RF Q00, la lente L0 y los filtros de los ventiladores. También se proporcionan procedimientos para sustituir el tubo de transferencia de iones y el conjunto del calentador del capilar. Para obtener instrucciones sobre el mantenimiento del cromatógrafo de líquidos o del inyector automático, consulte el manual adjunto correspondiente.

Tabla 5. Procedimientos de mantenimiento del espectrómetro de masas (Hoja 1 de 2)

Componente del espectrómetro de masas	Procedimiento	Frecuencia	Información de procedimiento
Fuente de ionización API	Lavar (limpiar) línea de transferencia de muestras, tubo de muestras y sonda de API	Diaria	página 62
	Extraer y limpiar tubo de transferencia de iones	Semanal y cuando el interior del tubo de transferencia de iones esté sucio u obstruido	página 72
	Extraer y limpiar cono de barrido de iones	Cuando sea preciso*	página 72
	Limpiar caja Ion Max o Ion Max-S	Cuando sea preciso*	página 68
	Sustituir tubo de transferencia de iones	Cuando el interior del tubo de transferencia esté corroído	página 72
óptica iónica Q00	Limpiar lente S y lente de salida (TSQ Vantage)	Cuando sea preciso*	página 78
	Limpiar lente tubular y skimmer (TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX y TSQ Quantum Ultra)	Cuando sea preciso*	página 79
	Limpiar lente de RF Q00 y lente L0	Cada 3 ó 4 meses*	página 88
Sonda de APCI, ESI o H-ESI	Sustituir tubo de muestras de sílice fundida	Cuando el tubo de muestras esté roto u obstruido	*Manual de equipos de fuente de ionización API Ion Max e Ion Max-S* o *Guía del usuario de la sonda H-ESI*
Sonda de ESI o H-ESI	Recortar tubo de muestras de sílice fundida	Cuando el recubrimiento de poliimida del extremo del tubo de muestras se haya alargado	*Manual de equipos de fuente de ionización API Ion Max e Ion Max-S* o *Guía del usuario de la sonda H-ESI*

Tabla 5. Procedimientos de mantenimiento del espectrómetro de masas (Hoja 2 de 2)

Componente del espectrómetro de masas	Procedimiento	Frecuencia	Información de procedimiento
Sonda de HESI-II	Sustituir introductor de aguja	Si la aguja metálica está conectada	*Guía del usuario de la sonda HESI-II*
Bomba rotatoria mecánica de alto vacío	Purgar (limpiar) el aceite	Cuando el aceite esté turbio o descolorido	Documentación del fabricante
	Agregar aceite	Cuando el nivel de aceite esté por debajo de la marca MIN	Documentación del fabricante
	Cambiar el aceite	Cada cuatro meses, o si el aceite sigue turbio o descolorido tras la purga	Documentación del fabricante
Óptica iónica Q0	Limpiar cuadrupolo Q0 y lentes L11 y L12**	Cuando sea preciso*	
Analizador de masas	Limpiar lentes y cuadrupolos Q1, Q2 y Q3**	Cuando sea preciso*	
Sistema de detección de iones	Limpiar sistema de detección de iones (multiplicador de electrones y dínodo de conversión)**	Siempre que se retire la tapa lateral del distribuidor de vacío	
Ventiladores de enfriamiento	Limpiar filtros de ventiladores	Cada 4 meses	página 92
Sistema de detección de iones	Sustituir conjunto del multiplicador de electrones**	Cuando el ruido del espectro es excesivo o no es posible lograr una ganancia apropiada del multiplicador de electrones	
Módulos electrónicos	Sustituir módulo electrónico**	Cuando falle	

*La frecuencia de limpieza de los componentes del espectrómetro de masas depende del tipo y la cantidad de muestras y disolventes que se introducen en el instrumento. La limpieza de los cuadrupolos Q0, Q1, Q2 y Q3 sólo se requiere en contadas ocasiones (por no decir nunca).

**Este procedimiento de mantenimiento debe realizarlo un técnico de mantenimiento de Thermo Fisher Scientific.

Frecuencia de limpieza

La frecuencia de limpieza de los componentes del espectrómetro de masas depende del tipo y la cantidad de muestras y disolventes que se introducen en el instrumento. En general, para una muestra y técnica de ionización determinada, cuanto más próximo a la fuente de iones esté el componente del espectrómetro de masas, más rápido su ritmo de ensuciamiento.

- Limpie la línea de transferencia de muestras, el tubo de muestras y la sonda de ionización API al final de la jornada de trabajo para eliminar las sales residuales de las fases móviles tamponadas u otra suciedad que pueda haberse acumulado durante la actividad normal. Consulte "Limpieza de línea de transferencia de muestras, tubo de muestras y sonda de API" en la página 62.

- De forma periódica, extraiga y limpie el tubo de transferencia de iones y el cono de barrido de iones de la fuente de ionización API. Consulte "Mantenimiento del cono de barrido de iones y el tubo de transferencia de iones" en la página 72.
- La lente S y la lente de salida (en el sistema TSQ Vantage) o la lente tubular y el skimmer (en los sistemas TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX y TSQ Quantum Ultra) de la óptica iónica Q00 se ensucian a menor ritmo que la sonda de API, el cono de barrido de iones y el tubo de transferencia de iones. Consulte "Limpieza de lente S y lente de salida (TSQ Vantage)" en la página 78.
- La lente de RF de la óptica iónica Q00 se ensucia a un ritmo mucho más lento que la sonda de API, la lente tubular y el skimmer, o que la lente S y la lente de salida. Consulte "Limpieza de óptica iónica Q00" en la página 82.

Cuando el rendimiento del sistema disminuya sensiblemente debido a ensuciamiento, limpie los componentes del espectrómetro de masas en el orden siguiente:

- Sonda de ionización API, cono de barrido de iones y tubo de transferencia de iones.
- Lente S y lente de salida (en el sistema TSQ Vantage) o lente tubular y skimmer (en los sistemas TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX y TSQ Quantum Ultra).
- Lente de RF Q00 y lente L0.

En general, el distribuidor de vacío no debe abrirse. La limpieza de los cuadrupolos Q0, Q1, Q2 y Q3 solo se requiere en contadas ocasiones (por no decir nunca). (Q0 puede retirarse y limpiarse con Q00.) Si cree que los cuadrupolos Q1, Q2 o Q3 necesitan limpieza, póngase en contacto con Thermo Fisher Scientific para programar la visita de un técnico de mantenimiento.

Si abre el distribuidor de vacío, limpie el multiplicador de electrones y el dínodo de conversión mediante el soplado de un gas seco y limpio. Si no lo abre, el multiplicador de electrones y el dínodo de conversión no suelen requerir limpieza; el multiplicador sólo se sustituye en contadas ocasiones.

PRECAUCIÓN Como con todos los productos químicos, guarde y maneje los disolventes y reactivos según los procedimientos de seguridad estándar. Deséchelos según la normativa vigente.

Mantenimiento del cono de barrido de iones y el tubo de transferencia de iones

Extraiga y limpie el cono de barrido de iones y el tubo de transferencia de iones de forma periódica para evitar la corrosión y mantener el rendimiento óptimo de la fuente de ionización API.

Extracción y limpieza del tubo de transferencia de iones

El interior del tubo de transferencia de iones puede obstruirse debido a sales tampones o concentraciones altas de las muestras. El tubo de transferencia de iones es fácil de extraer para limpiarlo. Para ello no se requiere purgar el sistema.

Si la presión de la zona tubo transferencia iones-skimmer (medida por el medidor Convectron) cae de forma considerable por debajo de 1 Torr, la causa puede ser el bloqueo del tubo de transferencia de iones. Puede comprobar la presión marcada por el medidor Convectron con la selección de **View > Instrument Status** en EZ Tune. La presión es la indicada en Forepump Pressure.

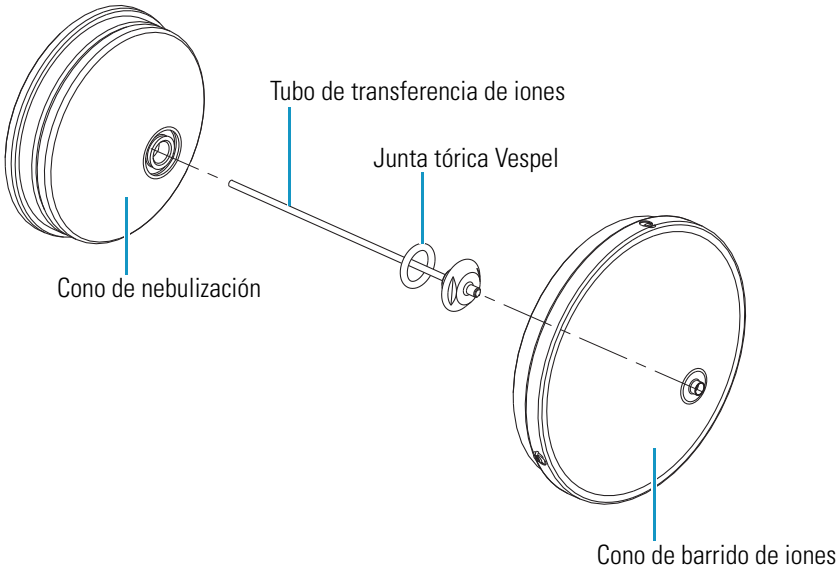
❖ Para extraer y limpiar el tubo de transferencia de iones

1. Cierre el flujo de líquido del LC (o de otro equipo de introducción de muestras) a la fuente de ionización API:
   a. Elija **Inicio > Todos los programas > Thermo Instruments > TSQ > TSQ Tune** para abrir la ventana EZ Tune.
   b. En la ventana EZ Tune, elija **Setup > Inlet Direct Control**. Aparece el cuadro de diálogo de control directo de entradas Inlet Direct Control.
   c. Haga clic en la ficha **LC** y haga clic en (Parar) para parar la bomba del LC.
2. Extraiga la caja de fuente de iones Ion Max o Ion Max-S de la parte delantera del espectrómetro de masas. Consulte "Extracción de caja de fuente de iones Ion Max o Ion Max-S" en la página 65.

PRECAUCIÓN El tubo de transferencia de iones funciona normalmente entre 250 y 400 °C. Antes de extraerlos, deje que el tubo de transferencia de iones y el cono de barrido de iones se enfríen.

3. Extraiga el cono de barrido de iones tirando de él para sacarlo de la interfaz de fuente de iones.
4. Extraiga el tubo de transferencia de iones (P/N 97055-20199) girándolo en sentido contrario a las agujas del reloj con la herramienta de extracción específica (P/N 70111-20258, en el kit de accesorios) hasta que pueda sacarla de la interfaz de fuente de iones. Vea la Figura 40.

Figura 40. Cono de nebulización, tubo de transferencia de iones, junta tórica y cono de barrido de iones de interfaz de fuente de iones



5. Para eliminar los contaminantes, deje en remojo el tubo de transferencia de iones en una solución diluida de ácido nítrico.
6. Con el tubo de transferencia de iones en agua destilada, sométalo a ultrasonido.

7. Limpie el interior y el exterior del cono de barrido de iones con metanol y un paño Kimwipe.
8. Extraiga, limpie con metanol y revise la junta tórica Vespel™ (P/N 97055-20442) ajustada en el cono de nebulización debajo del extremo de entrada del tubo de transferencia de iones. Si es preciso, sustitúyala.
9. Vuelva a colocar la junta tórica en el cono de nebulización.

PRECAUCIÓN Cuando instale de nuevo el tubo de transferencia de iones:

- Asegúrese de que todo se encuentra bien alineado para evitar el deterioro de las roscas del tubo de transferencia de iones.
- Sea cuidadoso para no doblar el tubo de transferencia de iones. Gire el tubo mientras lo introduce.

10. Introduzca el tubo de transferencia de iones en el bloque calefactor. Gire el tubo mientras lo introduce. Una vez introducido, gire el tubo en el sentido de las agujas del reloj hasta que quede apretado a mano.
11. Alinee la entrada de gas del cono de barrido de iones con el orificio de alimentación de gas de barrido del soporte de la fuente de iones. Meta a presión el cono de barrido de iones en el soporte de la fuente de iones. Vea la Figura 41 y la Figura 42.
12. Vuelva a instalar la caja de fuente de iones Ion Max o Ion Max-S en el espectrómetro de masas como se describe en "Instalación de caja de fuente de iones Ion Max o Ion Max-S" en la página 67.

Figura 41. Interfaz de fuente de iones, con orificio de alimentación de gas de barrido en la junta del cono de ionización API

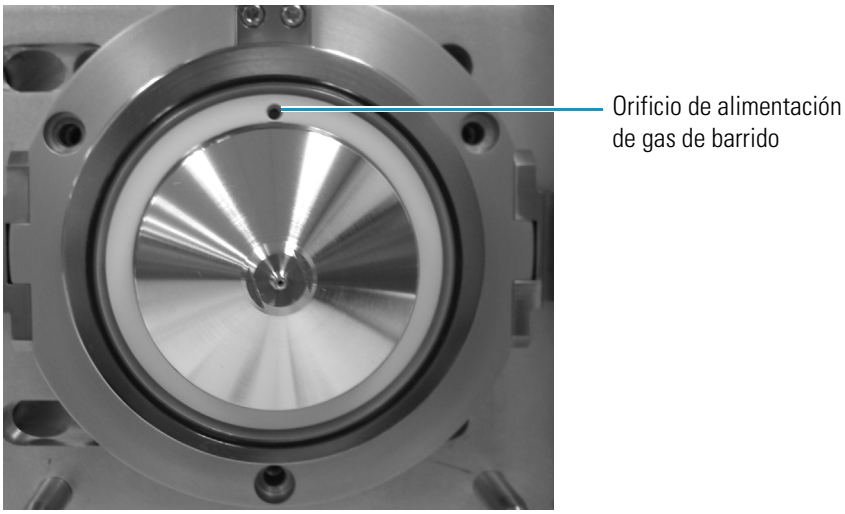
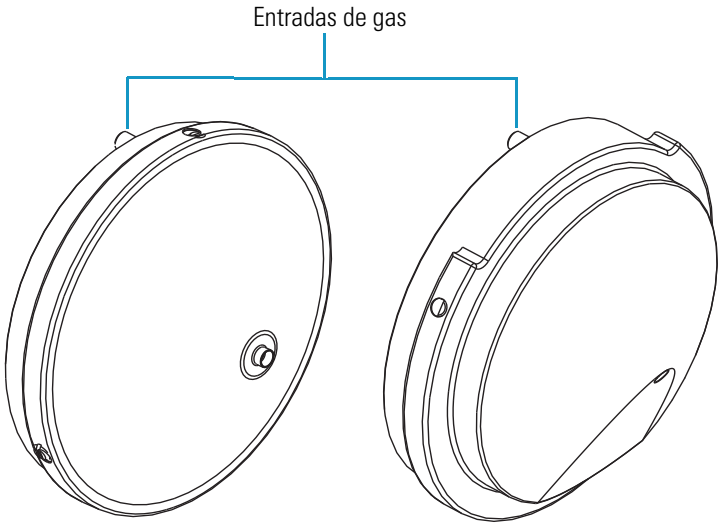


Figura 42. Conos de barrido de iones para FAIMS y APPI (izquierda) y H-ESI, ESI y APCI (derecha), con entradas de gas



Nota El desbloqueo del tubo de transferencia de iones debe incrementar la presión indicada por el medidor Convectron hasta un valor normal (en torno a 1,5 Torr). Si con este método no consigue limpiar el tubo de transferencia de iones, sustituya el tubo.

Mantenimiento del conjunto de la interfaz de fuente de iones

El conjunto de la interfaz de la fuente de iones incluye el cono de barrido de iones, el tubo de transferencia de iones, el conjunto del calentador del capilar, la lente S o la lente tubular, y la lente de salida o el skimmer. El tubo de transferencia de iones tiene una vida útil finita. Si se corroe, debe sustituirse.

El cono de barrido de iones y el tubo de transferencia de iones se pueden extraer fácilmente sin tener que purgar el sistema. Consulte "Mantenimiento del cono de barrido de iones y el tubo de transferencia de iones" en la página 72.

Los componentes del conjunto de la interfaz de la fuente de iones, salvo el cono de barrido y el tubo de transferencia de iones, se limpian con los procedimientos siguientes:

1. Apagado y purga del sistema
2. Extracción de caja de fuente de iones Ion Max o Ion Max-S
3. Extracción de interfaz de fuente de iones
4. Extracción de lente S y lente de salida (TSQ Vantage)
5. Limpieza de lente S y lente de salida (TSQ Vantage)
6. Extracción de la lente tubular y el skimmer (TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX y TSQ Quantum Ultra)
7. Limpieza de la lente tubular y el skimmer (TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX y TSQ Quantum Ultra)
8. Reinstalación de lente S y lente de salida (TSQ Vantage)

9. Reinstalación de la lente tubular y el skimmer (TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX y TSQ Quantum Ultra)
10. Reinstalación de conjunto de interfaz de fuente de iones
11. Reinstalación de caja de fuente de iones Ion Max o Ion Max-S
12. Inicio del sistema

Apagado y purga del sistema

Apague y purgue el sistema. Consulte "Apagado completo del sistema" en la página 50.

Extracción de caja de fuente de iones Ion Max o Ion Max-S

Para acceder al conjunto de la interfaz de la fuente de iones hay que extraer la caja de la fuente de iones Ion Max o Ion Max -S. Vea la "Extracción de caja de fuente de iones Ion Max o Ion Max-S" en la página 65.

Extracción de interfaz de fuente de iones

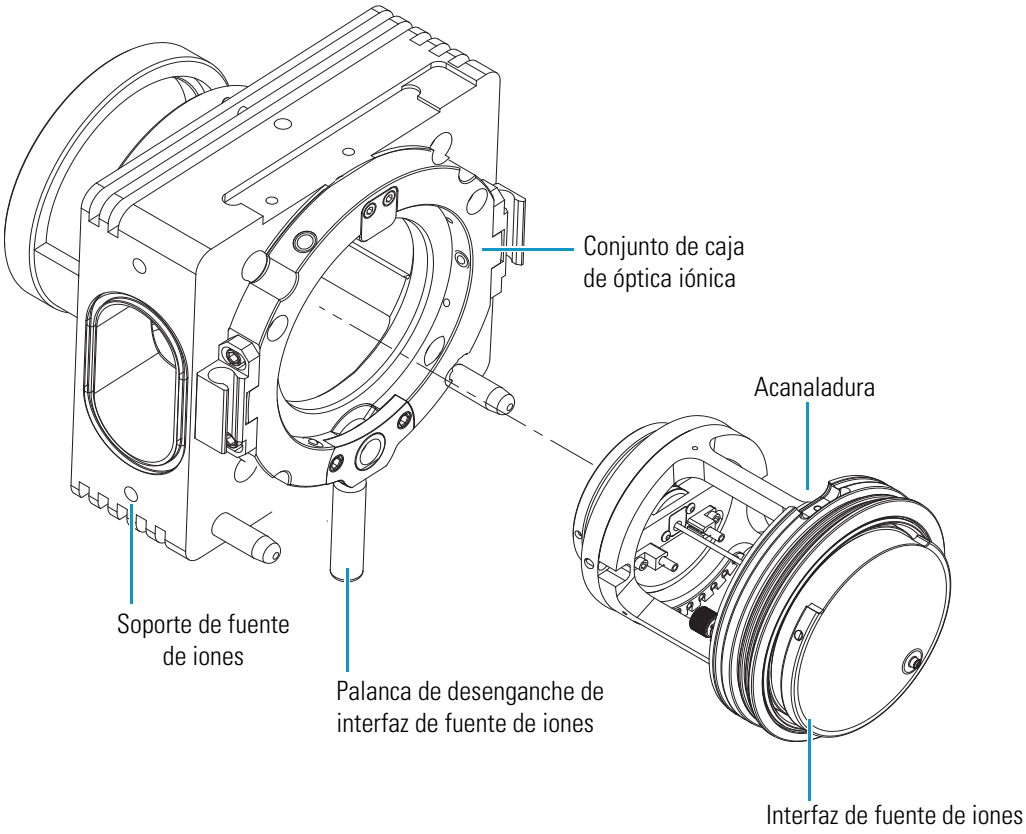
Para acceder a la lente de salida o al skimmer, o a la lente S y a la lente tubular, y al conjunto del calentador del capilar, hay que retirar la interfaz de la fuente de iones.

PRECAUCIÓN Antes de extraer la interfaz de la fuente de iones, deje que se enfríe hasta la temperatura ambiente.

❖ **Para extraer la caja de fuente de iones**

1. Utilice guantes limpios y sin talco.
2. Con un movimiento de derecha a izquierda, mueva la palanca de desenganche de la interfaz de la fuente de iones varias veces para soltarla del conjunto de la caja de la óptica iónica. Vea la Figura 43.
3. Agarre las ranuras externas de la interfaz y, con firmeza, saque el conjunto.
4. Coloque el conjunto sobre una superficie limpia y sin pelusa.

Figura 43. Extracción de interfaz de fuente de iones


Conjunto de caja de óptica iónica
Acanaladura
Soporte de fuente de iones
Palanca de desenganche de interfaz de fuente de iones
Interfaz de fuente de iones

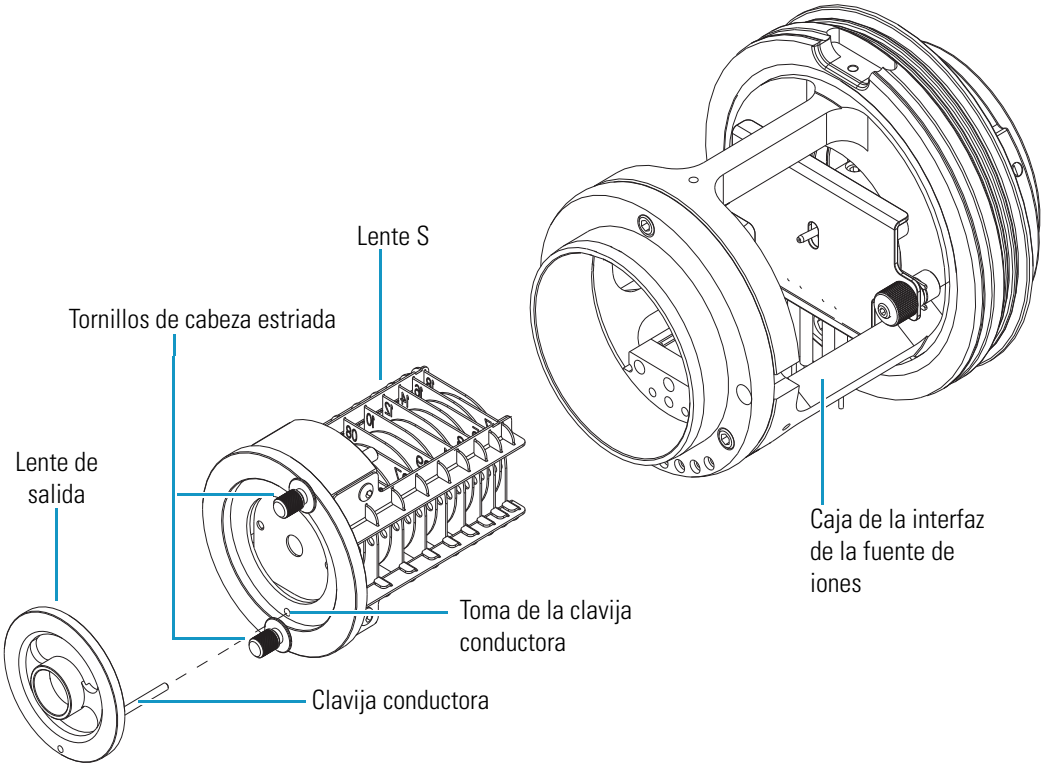
Extracción de lente S y lente de salida (TSQ Vantage)

Para poder limpiar la lente S y la lente de salida hay que extraerlas de la caja de la interfaz de la fuente de iones.

❖ **Para extraer la lente S y la lente de salida del conjunto de la interfaz de la fuente de iones**

1. Empleando guantes limpios sin pelusa ni talco, afloje y extienda los dos tornillos de cabeza estriada que fijan la lente S a la caja de la interfaz de la fuente de iones y la lente de salida a la lente S. Vea la Figura 44.
2. Agarre los dos tornillos de cabeza estriada y tire con cuidado de la lente S hasta extraerla de la caja de la interfaz de la fuente de iones. Colóquelo sobre una superficie limpia y sin pelusa.
3. Extraiga la lente de salida de la lente S y colóquela sobre una superficie limpia y sin pelusa.

Figura 44. Extracción de lente de salida y lente S de caja de interfaz de iones del sistema TSQ Vantage


Lente S
Tornillos de cabeza estriada
Lente de salida
Caja de la interfaz de la fuente de iones
Toma de la clavija conductora
Clavija conductora

Limpieza de lente S y lente de salida (TSQ Vantage)

❖ **Para limpiar la lente S y la lente de salida**

Nota Utilice guantes limpios para manejar la lente S y la lente de salida.

PRECAUCIÓN No utilice detergentes, sustancias ácidas o cáusticas ni abrasivos para limpiar la lente S y la lente de salida.

1. Someta a ultrasonido la lente de salida y la lente S por separado durante 15 minutos en solución de agua destilada y metanol para HPLC y agua al 50%.
2. Enjuague la lente de salida y la lente S con metanol nuevo.
3. Seque la lente de salida y la lente S al aire o con gas nitrógeno. Asegúrese de que todos los disolventes se han evaporado de los componentes antes de ensamblarlos de nuevo.

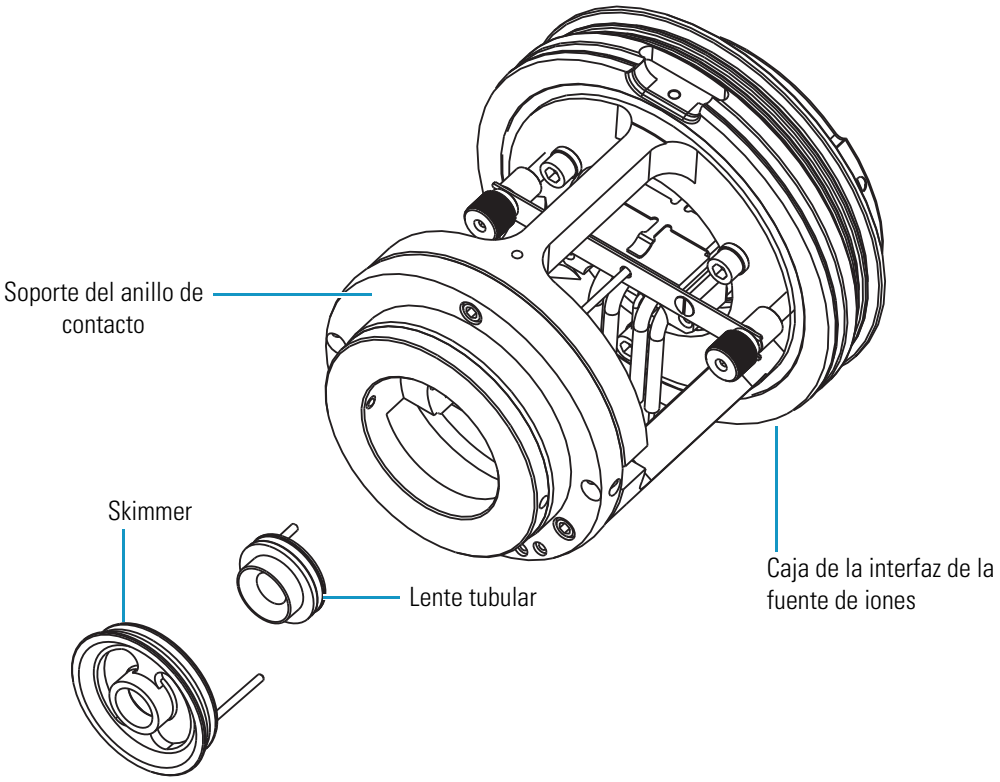
Extracción de la lente tubular y el skimmer (TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX y TSQ Quantum Ultra)

Para poder limpiar la lente tubular y el skimmer hay que extraerlos del conjunto de la interfaz de la fuente de iones.

❖ **Para extraer la lente tubular y el skimmer del conjunto de la interfaz de fuente de iones**

1. Con la ayuda de guantes limpios sin pelusa ni talco, presione con sus dedos por detrás del skimmer para separarlo del soporte del anillo de contacto. Si es preciso, afloje los tornillos de fijación. Vea la Figura 45.
2. Coloque el skimmer sobre una superficie limpia y sin pelusa.
3. Empuje la lente tubular por su parte trasera para separarla del soporte del anillo de contacto.
4. Coloque la lente tubular sobre una superficie limpia y sin pelusa.

Figura 45. Extracción del skimmer y la lente tubular de la caja de la interfaz de la fuente de iones de los sistemas TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX y TSQ Quantum Ultra



Limpieza de la lente tubular y el skimmer (TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX y TSQ Quantum Ultra)

❖ **Para limpiar la lente tubular y el skimmer**

Nota Utilice guantes para manejar la lente tubular y el skimmer.

PRECAUCIÓN Para limpiar la lente tubular y el skimmer no utilice detergentes, sustancias ácidas o cáusticas ni abrasivos.

El borde afilado del cono del skimmer es frágil y cualquier deformación podría reducir el rendimiento de la transmisión de iones. Tenga cuidado para no dejar caer el skimmer al limpiarlo. Someta el skimmer a ultrasonido por separado y con el cono hacia arriba.

Someta la lente tubular y el skimmer, por separado, a ultrasonido en una solución orgánica o acuosa. En la mayoría de aplicaciones de limpieza, el disolvente elegido es el metanol para HPLC. No obstante, el uso de soluciones tampones o salinas puede obligar a utilizar una solución acuosa. Si necesita utilizar un disolvente que no sea metanol, después de limpiar el componente lávelo con agua destilada y, para terminar, lávelo con metanol. El skimmer y la lente tubular se pueden secar al aire o con gas nitrógeno. En todos los casos, asegúrese de que todos los disolventes se han evaporado de los componentes antes de ensamblarlos de nuevo.

Reinstalación de lente S y lente de salida (TSQ Vantage)

❖ **Para reinstalar la lente S y la lente de salida**

1. Reinstale la lente de salida sobre la lente S:
   a. Empleando guantes limpios sin pelusa ni talco, extienda los tornillos de cabeza estriada sobre la lente S. Vea la Figura 44 en la página 78.
   b. Introduzca la clavija conductora de la lente de salida en la toma de la clavija conductora y fije la lente de salida sobre la lente S.
2. Reinstale la lente de salida y la lente S en la caja de la interfaz de la fuente de iones:
   a. Sostenga la lente S por los tornillos de cabeza estriada y oriente estos hacia los orificios correspondientes de la interfaz de la fuente de iones. Sólo funcionará una orientación.
   b. Introduzca con cuidado la lente S en la caja de la interfaz de la fuente de iones.
   c. Apriete los tornillos de cabeza estriada a mano.

Reinstalación de la lente tubular y el skimmer (TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX y TSQ Quantum Ultra)

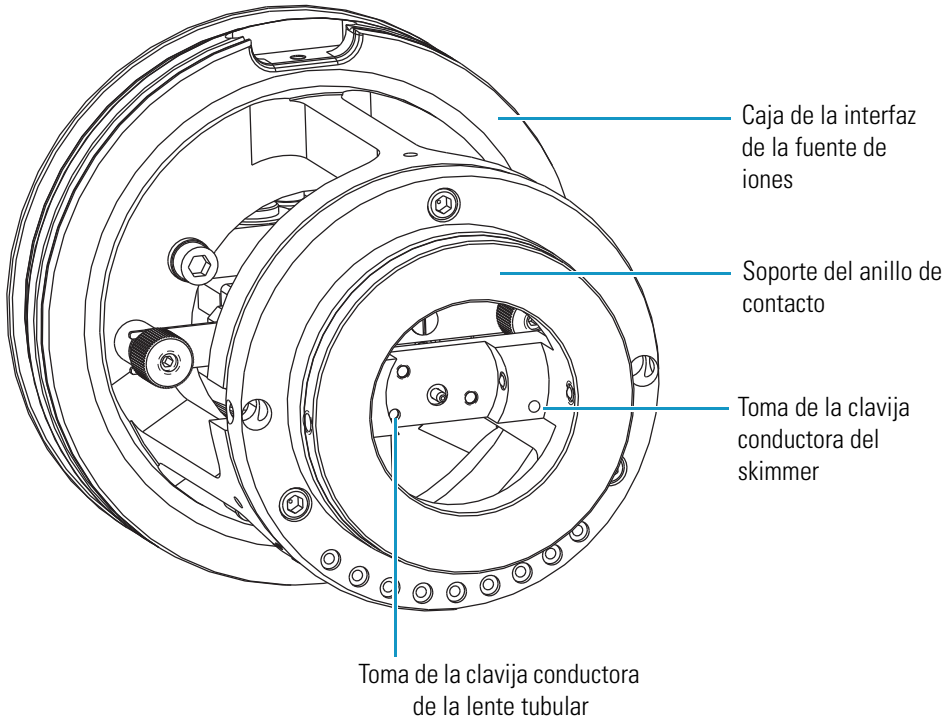
❖ **Para volver a instalar la lente tubular y el skimmer**

1. Reinstale la lente tubular en la caja de la interfaz de la fuente de iones (vea la Figura 46):
   a. Oriente la lente tubular para que la clavija conductora apunte a la toma del cable de conexión de la lente tubular en el soporte del anillo de contacto.
   b. Introduzca la clavija conductora en la toma y meta a presión la lente tubular en el soporte del anillo de contacto.

PRECAUCIÓN Asegúrese de no rayar o cortar el cono del skimmer.

2. Reinstale el skimmer en el conjunto de la interfaz de fuente de iones:
   a. Oriente el skimmer para que la clavija conductora apunte a la toma del cable de conexión de la lente tubular del soporte en el anillo de contacto.
   b. Introduzca la clavija conductora en la toma y meta a presión el skimmer en el soporte del anillo de contacto.

Figura 46. Caja de la interfaz de la fuente de iones de los sistemas TSQ Quantum Access, TSQ Quantum Access MAX y TSQ Quantum Ultra, con las tomas de las clavijas conductoras del skimmer y la lente tubular


Caja de la interfaz de la fuente de iones
Soporte del anillo de contacto
Toma de la clavija conductora del skimmer
Toma de la clavija conductora de la lente tubular

Reinstalación de conjunto de interfaz de fuente de iones

❖ **Para volver a instalar el conjunto de la interfaz de la fuente de iones**

1. Oriente el conjunto de la interfaz de fuente de iones de forma que la acanaladura de entrada de gas de barrido de la interfaz de la fuente de iones quede alineada con el bloque de alimentación de gas de barrido del soporte de la fuente de iones.
2. Deslice con cuidado el conjunto de la interfaz de fuente de iones dentro del conjunto de la caja de óptica iónica.

Reinstalación de caja de fuente de iones Ion Max o Ion Max-S

Vuelva a instalar la caja de la fuente de iones Ion Max o Ion Max-S como se describe en "Instalación de caja de fuente de iones Ion Max o Ion Max-S" en la página 67.

Puede que también tenga que instalar de nuevo una sonda de fuente de iones y líneas de líquidos de LC, según proceda, como se describe en la información correspondiente de *Guía para la conexión de la serie TSQ*.

Inicio del sistema

Ponga en marcha el sistema como se describe en "Inicio del sistema después de un apagado completo" en la página 51.

Limpieza de óptica iónica Q00

Dado que la acumulación de productos químicos en las superficies de la lente tubular, el skimmer y la lente de RF Q00 forma una capa aislante que puede modificar los campos eléctricos que controlan la transmisión de iones, es vital que los componentes de óptica iónica estén limpios para que el instrumento funcione de forma adecuada. La lente tubular y el skimmer requieren limpieza con menos frecuencia que la fuente de ionización API. La lente de RF Q00 requiere limpieza con menos frecuencia que la lente tubular y el skimmer. La frecuencia de limpieza depende del tipo y cantidad de compuestos que se analizan.

Limpie o sustituya los componentes de la óptica iónica Q00 mediante el procedimiento siguiente:

1. Apagado y purga del sistema
2. Extracción de caja de fuente de iones Ion Max o Ion Max-S
3. Extracción de interfaz de fuente de iones
4. Extracción de conjunto de caja de óptica iónica
5. Desmontaje de conjunto de caja de óptica iónica
6. Limpieza de Q00 y L0
7. Reensamblaje de conjunto de caja de óptica iónica
8. Reinstalación de conjunto de caja de óptica iónica
9. Reinstalación de conjunto de interfaz de fuente de iones
10. Reinstalación de caja de fuente de iones Ion Max o Ion Max-S
11. Inicio del sistema

Apagado y purga del sistema

Apague y purgue el sistema como se describe en “Apagado completo del sistema” en la página 50.

Extracción de caja de fuente de iones Ion Max o Ion Max-S

Para acceder al conjunto de la interfaz de la fuente de iones, extraiga la caja de la fuente de iones Ion Max o Ion Max -S. Extraiga la caja de la fuente de iones Ion Max o Ion Max-S como se describe en “Extracción de caja de fuente de iones Ion Max o Ion Max-S” en la página 65.

Extracción de conjunto de interfaz de fuente de iones

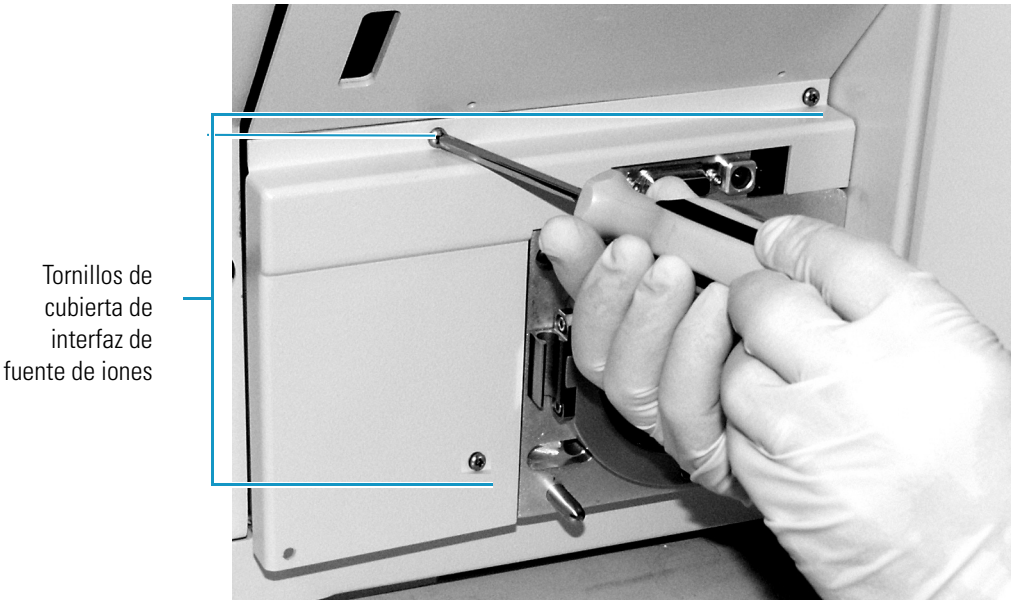
Para acceder a la óptica iónica Q00, extraiga el conjunto de la interfaz de fuente de iones. Extraiga el conjunto de la interfaz de fuente de iones como se describe en “Extracción de interfaz de fuente de iones” en la página 76.

Extracción de conjunto de caja de óptica iónica

❖ **Para extraer el conjunto de la caja de óptica iónica**

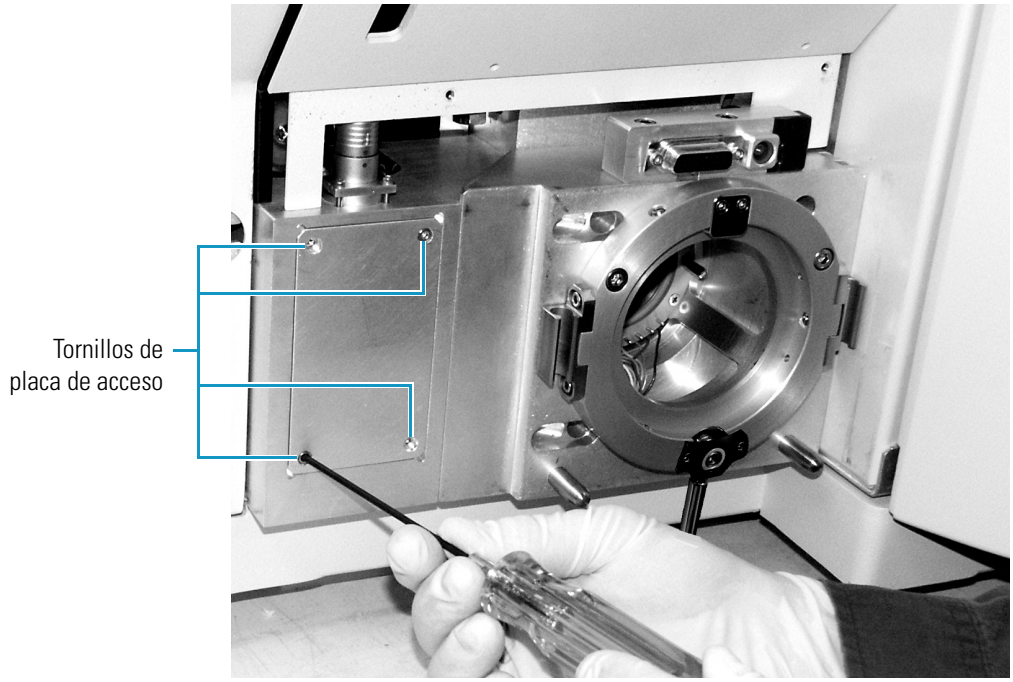
1. Mediante un destornillador Phillips, retire los tres tornillos que fijan la cubierta de la interfaz de fuente de iones al espectrómetro de masas, y coloque la cubierta en lugar seguro. Vea la Figura 47.

Figura 47. Retirada de tornillos de cubierta de interfaz de fuente de iones



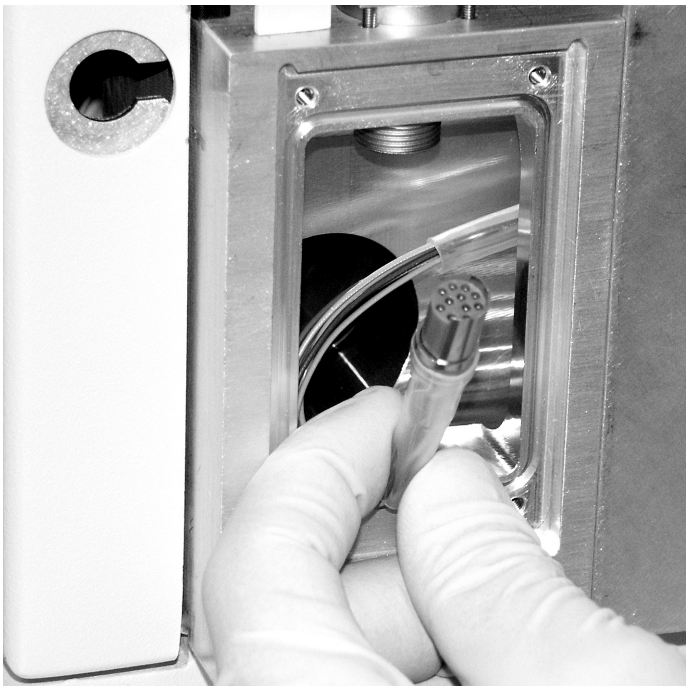
2. Con un destornillador Allen, retire la placa de acceso al adaptador de la bomba de vacío preliminar. Vea la Figura 48.

Figura 48. Retirada de tornillos de placa de acceso al adaptador de la bomba de vacío preliminar



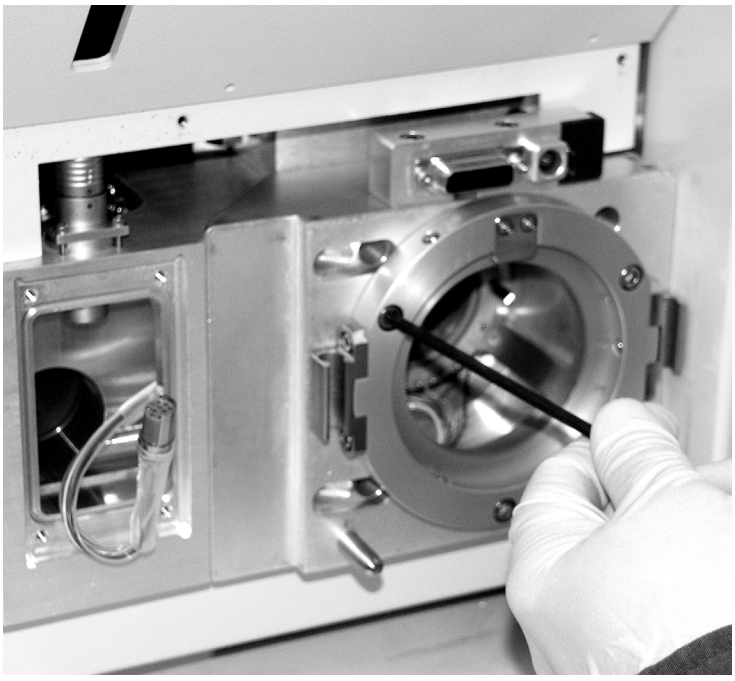
3. Desconecte el conjunto de cableado de la fuente de iones del conector. Vea la Figura 49.

Figura 49. Desconexión de conjunto de cableado de fuente de iones



4. Extraiga el conjunto de la caja de óptica iónica:
   a. Con un destornillador Allen, retire los tres tornillos que fijan el conjunto de la caja de óptica iónica al conjunto de soporte de la fuente de iones. Vea la Figura 50.

      Figura 50. Retirada de tornillos sostenedores de conjunto de caja de óptica iónica

   b. Pase con cuidado el conjunto de cableado por detrás del adaptador de la bomba de vacío preliminar y sáquelo de la parte delantera del conjunto de la caja para asegurar que no quede atrapado entre la caja y el conjunto de soporte de la fuente de iones al extraer el conjunto de la caja. Vea la Figura 51.

Figura 51. Extracción del conjunto de cableado de la fuente de iones del conjunto de la caja de óptica iónica

c. Deslice con cuidado el conjunto de la caja de óptica iónica fuera del conjunto de soporte de la fuente de iones. Vea la Figura 52.

d. Coloque el conjunto de la caja de óptica iónica sobre una superficie limpia y sin pelusa.

Figura 52. Extracción del conjunto de la caja de óptica iónica

Desmontaje de conjunto de caja de óptica iónica

Para limpiar la lente de RF Q00 y la lente L0 hay que sacarlas del conjunto de la caja de óptica iónica.

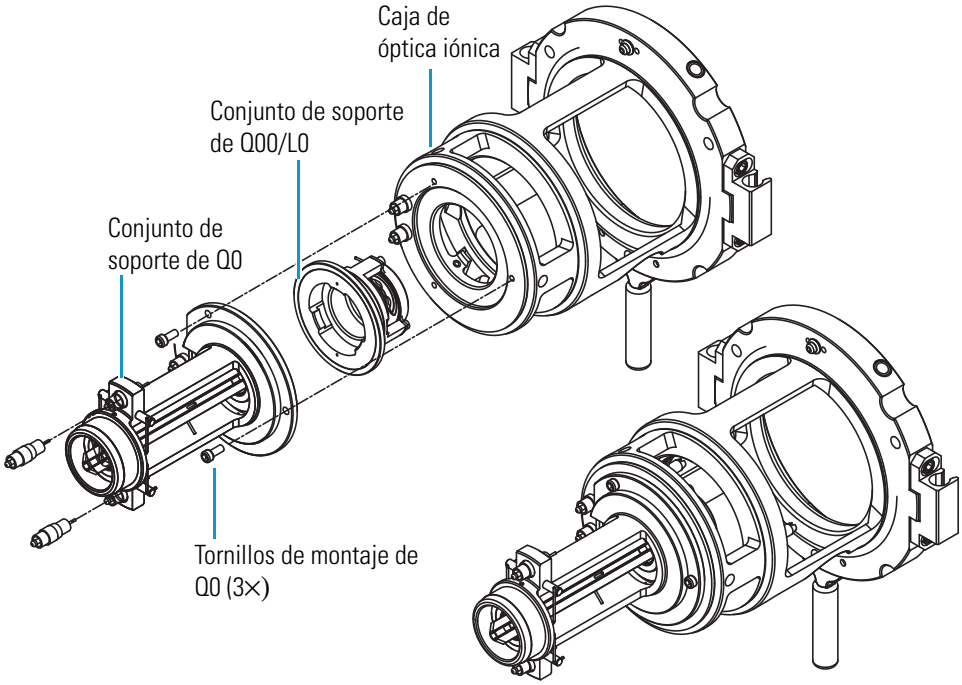
Nota Antes de extraer cualquier cable eléctrico de su contacto, anote con cuidado la orientación de todos los cables.

❖ **Para desmontar el conjunto de la caja de óptica iónica**

Nota Utilice guantes para manejar los componentes de la óptica iónica.

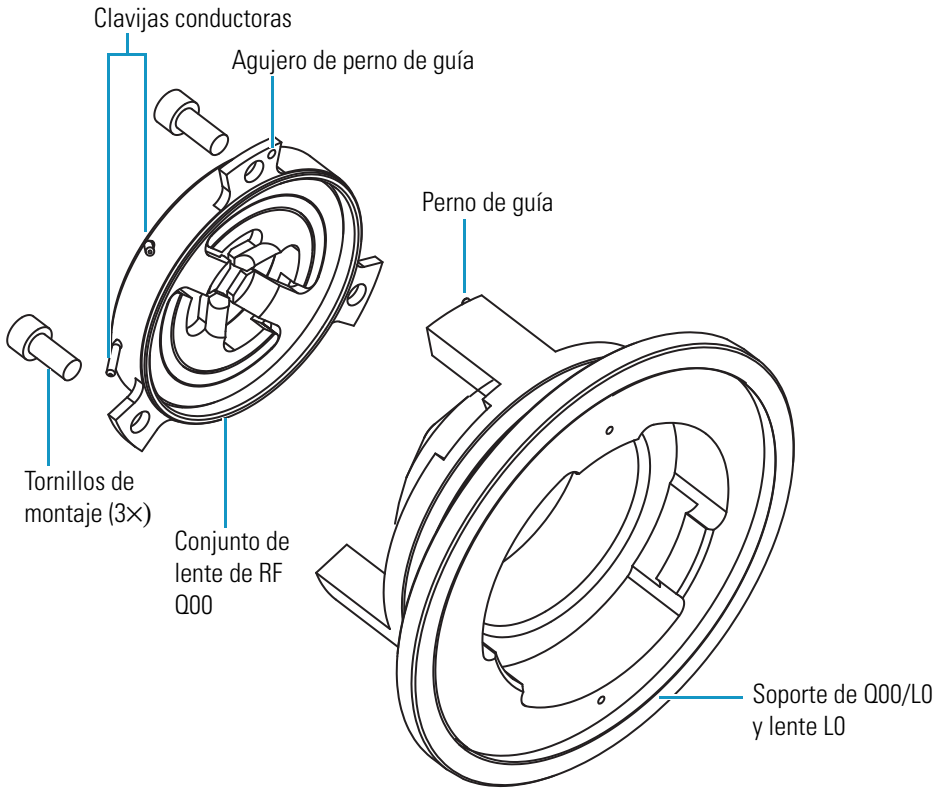
1. Mediante un destornillador Allen, retire los tres tornillos que fijan el conjunto de soporte de Q0 a la caja de óptica iónica. Vea la Figura 53.

   Figura 53. Conjunto de caja de óptica iónica con conjunto de soporte de Q0 y conjunto de soporte de Q00/L0



2. Extraiga el conjunto de soporte de Q0. Colóquelo sobre una superficie limpia y sin pelusa.
3. Por medio de alicates de punta de aguja, desconecte los dos cables conductores de RF de las clavijas conductoras de Q00.
4. Tire con cuidado del conjunto de soporte de Q00/L0 presionando con los dedos para sacarlo de la caja de óptica iónica.
5. Mediante un destornillador Allen, retire los tres tornillos de montaje de Q00 que fijan el conjunto de la lente de RF Q00 al soporte de Q00/L0. Deje la lente L0 montada en el soporte de PEEK (poliéster-éter-cetona) de Q00/L0.

Figura 54. Despiezado de conjunto de soporte de Q00/L0


Clavijas conductoras
Agujero de perno de guía
Perno de guía
Tornillos de montaje (3×)
Conjunto de lente de RF Q00
Soporte de Q00/L0 y lente L0

6. Coloque todos los componentes sobre una superficie limpia y sin pelusa.

PRECAUCIÓN No desmonte más el conjunto de la lente de RF Q00.

Limpieza de Q00 y L0

❖ **Para limpiar la lente de RF Q00 y la lente L0**

1. Limpie la lente de RF Q00 y la lente L0 con un paño Kimwipe™ empapado con metanol.

PRECAUCIÓN No utilice abrasivos para limpiar la lente de RF Q00. No ponga la lente Q00 y la lente L a remojo en un disolvente.

Nota Utilice guantes para manejar las piezas una vez limpias.

2. Seque las piezas con una corriente rápida de gas nitrógeno.
3. Revise cada pieza en busca de suciedad y polvo. Si es preciso, repita el procedimiento de limpieza.

Reensamblaje de conjunto de caja de óptica iónica

❖ **Para ensamblar y montar de nuevo el conjunto de Q00/L0**

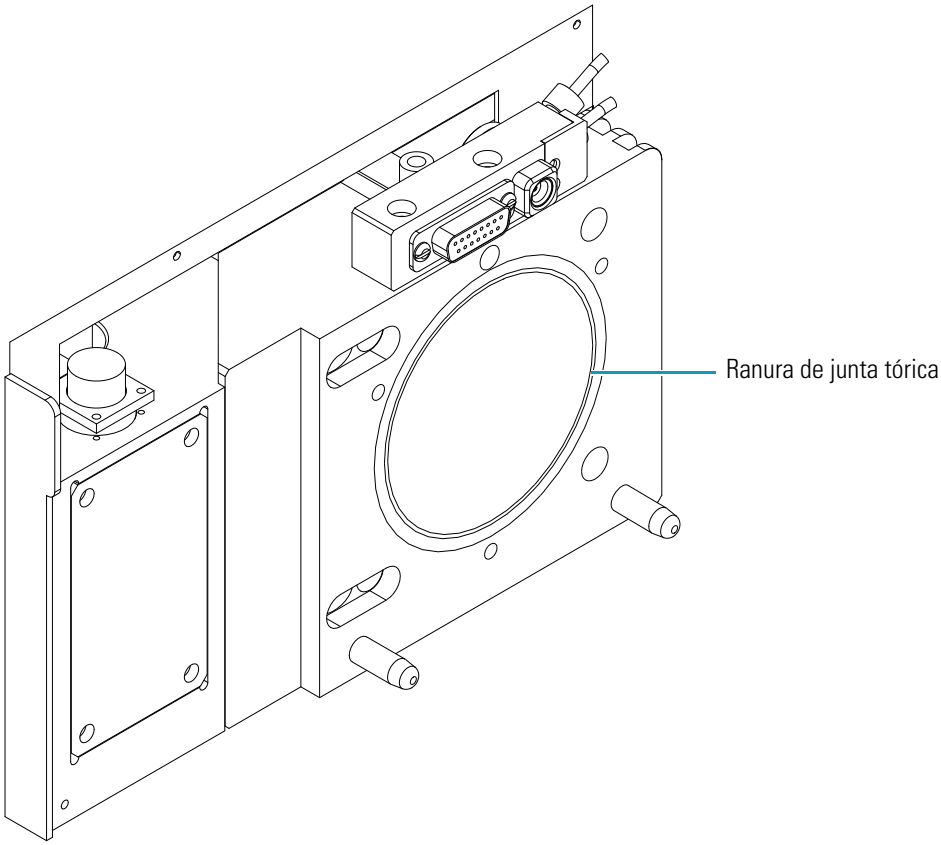
1. Vuelva a instalar el conjunto de Q00 en el soporte de Q00/L0:
   a. Oriente el conjunto de Q00 para que el perno de guía del soporte de Q00/L0 se introduzca en el agujero de perno de guía del conjunto de Q00.
   b. Asegure el conjunto de Q00 con los 3 tornillos de montaje de Q00.
2. Vuelva a instalar el conjunto de soporte de Q00/L0 en la caja de óptica iónica:
   a. Oriente el conjunto de soporte de Q00/L0 para que las clavijas conductoras se aproximen lo más posible a los cables conductores de la caja de óptica iónica.
   b. Meta a presión el conjunto de soporte de Q00/L0 en la caja de óptica iónica. Vea la Figura 53.
3. Utilice alicates de punta de aguja para volver a conectar con cuidado el cable conductor superior de RF en la clavija conductora superior de Q00 y el cable conductor inferior de RF a la clavija conductora inferior de Q00.
4. Vuelva a instalar el conjunto de soporte de Q0 en la caja de óptica iónica:
   a. Oriente el conjunto de soporte de Q0 de modo que el lado plano quede en el mismo lado que los dos contactos.
   b. Asegure el conjunto de soporte de Q0 en la caja de óptica iónica con los 3 tornillos de montaje de Q0. Vea la Figura 53.

Reinstalación de conjunto de caja de óptica iónica

❖ **Para volver a instalar el conjunto de la caja de óptica iónica**

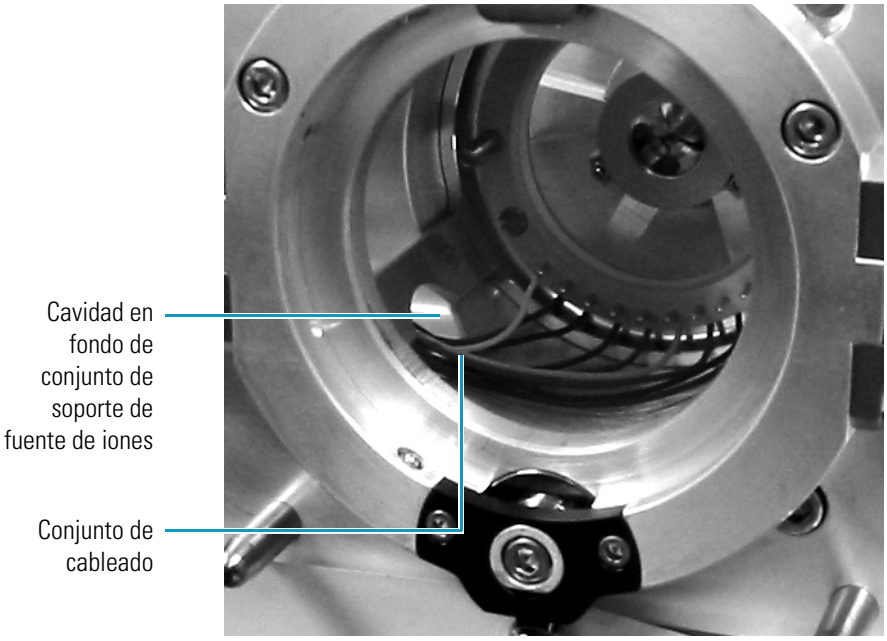
1. Vuelva a instalar la junta tórica Viton™ con DI de 3,25 pulg. en la ranura del conjunto de soporte de la fuente de iones. Vea la Figura 55.

   Figura 55. Conjunto de soporte de fuente con ranura para junta tórica



2. Oriente el conjunto de la caja de óptica iónica con las clavijas de contacto hacia abajo y, a continuación, introdúzcalas parcialmente en el conjunto de soporte de la fuente de iones.
3. Meta el conjunto de cableado en el adaptador de la bomba de vacío preliminar y conecte el cable de nuevo. Si es preciso, gire el conjunto de la caja de óptica iónica.
4. Introduzca a tope el conjunto de la caja de óptica iónica para que las dos clavijas de contacto intermedias se inserten en las tomas del conjunto de soporte de la fuente de iones.
5. Asegúrese de que la junta tórica Viton™ con DI de 3,25 pulg. se asienta de forma apropiada entre el conjunto de la caja de óptica iónica y el conjunto de soporte de la fuente de iones.
6. Meta a presión el conjunto de cableado en la cavidad situada en el fondo del conjunto de soporte de la fuente de iones teniendo cuidado de dejar los cables fuera del alcance del conjunto de interfaz de fuente de iones que instalará en el procedimiento siguiente. Vea la Figura 56.

Figura 56. Conjunto de caja de óptica iónica instalado



7. Vuelva a instalar los tres tornillos del conjunto de la caja de óptica iónica que lo sujetan al conjunto de soporte de la fuente de iones. Vea la Figura 50.
8. Conecte el conector del conjunto de cableado de la fuente de iones. Fije bien el conector. Vea la Figura 49.
9. Vuelva a instalar la placa de acceso del adaptador de la bomba de vacío preliminar y los tornillos correspondientes. Vea la Figura 48.
10. Vuelva a instalar la cubierta y los tornillos de la interfaz de fuente de iones. Vea la Figura 47.

Reinstalación de conjunto de interfaz de fuente de iones

Vuelva a instalar el conjunto de la interfaz de fuente de iones como se describe en "Reinstalación de conjunto de interfaz de fuente de iones" en la página 81.

Reinstalación de la caja de la fuente de iones Ion Max o Ion Max-S

Vuelva a instalar la caja de la fuente de iones Ion Max o Ion Max-S como se describe en "Instalación de caja de fuente de iones Ion Max o Ion Max-S" en la página 67.

Inicio del sistema

Ponga en marcha el sistema como se describe en "Inicio del sistema después de un apagado completo" en la página 51.

Mantenimiento de la bomba rotatoria mecánica de alto vacío

La bomba rotatoria mecánica de alto vacío se encuentra bajo la mesa de trabajo del TSQ. La revisión, adición, purga y cambio de aceite es todo lo que hay que hacer para mantener la bomba rotatoria mecánica de alto vacío.

El aceite de esta bomba es de color naranja claro y transparente, y hay que comprobarlo con frecuencia. Durante el funcionamiento normal, el aceite debe estar bien visible entre las marcas MIN y MAX del visor de nivel. Cuando el nivel de aceite esté por debajo de la marca MIN, añada aceite. Si se ve turbio o descolorido, purgue el aceite para eliminar los disolventes disueltos. Si el aceite de la bomba sigue descolorido, cámbielo. Planifique el cambio de aceite cada 3.000 horas (en torno a cuatro meses) de funcionamiento. Para obtener información sobre procedimientos de purga, adición y cambio del aceite de la bomba rotatoria mecánica de alto vacío, consulte la documentación del fabricante.

Limpieza de filtros de ventiladores

Los dos filtros de ventiladores deben limpiarse cada cuatro meses. Los filtros de los ventiladores se encuentran en la parte posterior de la cubierta delantera y en la cubierta lateral derecha del espectrómetro de masas de la serie TSQ.

❖ Para limpiar los filtros de ventiladores

1. Extraiga el filtro de ventilador de la cubierta lateral derecha:
   a. En el TSQ Vantage, utilice un destornillador Phillips para extraer los seis tornillos que sujetan el accesorio azul situado en la cubierta lateral derecha.
   b. Retire el accesorio.
   c. Afloje y retire los cuatro tornillos que sujetan el soporte del filtro a la cubierta lateral derecha. Observe que desde el exterior del espectrómetro de masas, el soporte del filtro se parece a una rejilla.
   d. Extraiga el filtro y el soporte del filtro.
2. Extraiga el filtro de ventilador de la cubierta delantera:
   a. Retire la cubierta delantera del espectrómetro de masas TSQ:
      i. Desconecte todos los tubos de la válvula de inyección/desvío y de la bomba de jeringa.
      ii. Oprima los dos pasadores de muelle (azules) de ambos lados de la cubierta delantera.
      iii. Tire de la cubierta delantera para sacarla unos 15 cm (6 pulg.) y acceder al cable de la tarjeta TCI de panel frontal (Front Panel) y los dos cables de tierra.
      iv. Desconecte el cable de la tarjeta TCI Front Panel del espectrómetro de masas TSQ levantando el retenedor de conector para soltar a continuación el cable.
      v. Suelte los dos cables de tierra de sus conectores de horquilla respectivos.
      vi. Extraiga la cubierta delantera.
   b. Afloje y retire los cuatro tornillos que sujetan el soporte del filtro a la cubierta delantera.
   c. Extraiga el filtro y el soporte del filtro.
3. Lave los filtros de ventiladores en una solución de agua y jabón.

4. Enjuague los filtros con agua corriente.
5. Escurra el agua de los filtros y déjelos secar al aire.
6. Vuelva a instalar el filtro de ventilador en la cubierta lateral derecha:
    a. Coloque el filtro en el soporte para colocar ambos en la cubierta lateral derecha.
    b. Instale y apriete los cuatro tornillos que sujetan el soporte del filtro a la cubierta lateral derecha.
    c. En el TSQ Vantage, coloque el accesorio azul en la cubierta lateral derecha.
    d. Instale y apriete los seis tornillos que sujetan el accesorio a la cubierta lateral derecha.
7. Vuelva a instalar el filtro de ventilador en la cubierta delantera:
    a. Coloque el filtro en el soporte para colocar ambos en la parte posterior de la cubierta delantera.
    b. Instale y apriete los cuatro tornillos que sujetan el soporte del filtro a la cubierta delantera.
    c. Vuelva a instalar la cubierta delantera del espectrómetro de masas TSQ.
        i. Coloque la cubierta delantera a unos 15 cm (6 pulg.) del espectrómetro de masas TSQ.
        ii. Vuelva a conectar el cable de tierra al conector de horquilla.
        iii. Conecte de nuevo el cable de la tarjeta TCI Front Panel del espectrómetro de masas TSQ introduciendo el cable en el conector. Empuje el retenedor de conector hacia abajo para fijar el cable.
        iv. Alinee la cubierta delantera con los dos pernos de guía del espectrómetro de masas TSQ.
        v. Presione la cubierta delantera contra el espectrómetro de masas TSQ hasta que los dos pasadores de muelle se bloqueen.
        vi. Conecte de nuevo todos los tubos de la válvula de inyección/desvío y de la bomba de jeringa.

Diagnóstico y sustitución de tarjetas TCI y conjuntos

El diagnóstico del sistema TSQ puede probar muchos componentes del espectrómetro de masas TSQ. Cuando surge algún problema con la electrónica del instrumento, las pruebas de diagnóstico suelen localizar el problema. La sustitución de la tarjeta TCI o el conjunto defectuoso puede bastar para corregir el problema. Tras el cambio de la tarjeta TCI o el conjunto, las pruebas de diagnóstico se repiten para verificar que el instrumento funciona adecuadamente.

Nota Existen tres niveles de protección posibles:

- Sin protección: todos los operadores pueden acceder a todas las áreas de trabajo.
- Protección automática: Tune Master utiliza la contraseña predeterminada, lctsq, para proteger las áreas de trabajo seguras.
- Protección de contraseña personalizada: el encargado del equipo (o el administrador o director del laboratorio) puede seleccionar una contraseña para proteger las áreas de trabajo seguras.

Si el sistema TSQ está protegido con contraseña, debe obtenerla para poder acceder a las áreas de trabajo seguras (áreas de trabajo de sintonización del sistema y calibración incluidas). Si la contraseña del instrumento se pierde, hay que reinstalar el software del sistema TSQ para reiniciar la contraseña predeterminada (lctsq).

Contenido

- Ejecución de pruebas de diagnóstico del sistema TSQ
- Sustitución de fusibles
- Sustitución de tarjetas TCI y fuentes de alimentación

Ejecución de pruebas de diagnóstico del sistema TSQ

Las pruebas de diagnóstico del sistema TSQ se utilizan para probar los principales circuitos electrónicos del instrumento e indicar si aprueban o no las pruebas. Cuando surge algún problema con la electrónica del instrumento, las pruebas de diagnóstico suelen localizar el problema.

PRECAUCIÓN Los usuarios no expertos sólo deben ejecutar las siguientes pruebas de diagnóstico:

- Tarjeta de fuente de iones
- Control del sistema
- Tarjeta de control del analizador

Las pruebas de diagnóstico del sistema TSQ no determinan problemas de naturaleza no eléctrica. Por ejemplo, no diagnostican sensibilidad insuficiente debida a componentes mal alineados o sucios, o a sintonización inadecuada. En consecuencia, es importante que la persona a cargo de las pruebas de diagnóstico esté familiarizada con la teoría del funcionamiento y el equipamiento básico del sistema, así como con los detalles de las pruebas de diagnóstico.

Lo normal es que solo un técnico de mantenimiento de Thermo Fisher Scientific realice las pruebas de diagnóstico, ya que algunas de ellas pueden sobrescribir parámetros del sistema. No obstante, antes de llamar al técnico de mantenimiento de Thermo Fisher Scientific para pedir pruebas de diagnóstico, tenga en cuenta lo siguiente:

- ¿Se produjo el fallo del sistema durante la ejecución del análisis de las muestras?
- ¿Surgieron los problemas después de realizar el mantenimiento del instrumento, sistema de datos o equipos periféricos?
- ¿Modificó la configuración del sistema, cables o equipos periféricos justo antes de producirse el problema?

Si la respuesta a la primera pregunta es afirmativa, existe la posibilidad de una avería en el equipo y procede ejecutar pruebas de diagnóstico.

Si la respuesta a las dos otras preguntas es afirmativa, es probable que el problema sea mecánico, no eléctrico. Antes de llamar al técnico de mantenimiento de Thermo Fisher Scientific, verifique de nuevo la alineación, las configuraciones y las conexiones de cables citadas. Anote con cuidado la naturaleza del problema y las acciones correctoras ejecutadas. En caso de no poder solucionar el problema, esta información la puede enviar al técnico de mantenimiento por correo electrónico. El departamento de servicios de mantenimiento podrá entonces hacer una primera evaluación del problema antes de enviar al técnico a su centro.

❖ **Para ejecutar pruebas de diagnóstico**

PRECAUCIÓN Los usuarios no expertos sólo deben ejecutar las siguientes pruebas de diagnóstico:

- Tarjeta de fuente de iones
- Control del sistema
- Tarjeta de control del analizador

1. Abra TSQ Tune Master:
   a. Haga clic con el botón derecho del ratón en el botón **Start** y seleccione **Explore**.
   b. Vaya a la carpeta **C:\Thermo\Instruments\TSQ\system\programs**.
   c. Haga doble clic en **TSQTune**.
2. Seleccione **Workpace > Full Instrument Control** para presentar el área de trabajo de control instrumental.
3. Seleccione **Workpace > Diagnostics** para presentar el área de trabajo de diagnósticos.

Seleccione Test Name: **Ion Source Board**, **System Control**, o bien **Analyzer Control Board**.

Sustitución de fusibles

Los fusibles protegen los distintos circuitos mediante su apertura siempre que se produce una sobretensión. En el espectrómetro de masas TSQ, un fusible fallido indica una tarjeta fallida o un módulo electrónico que debe sustituir el técnico de mantenimiento de Thermo Fisher Scientific.

PRECAUCIÓN Dada la complejidad del acceso a los conjuntos electrónicos del espectrómetro de masas TSQ, sólo un técnico de mantenimiento de Thermo Fisher Scientific puede sustituir los fusibles.

Sustitución de tarjetas TCI y fuentes de alimentación

Los conjuntos electrónicos que controlan el funcionamiento del espectrómetro de masas se distribuyen por diversas tarjetas TCI y otros módulos situados en la torre, en el ordenador integrado y en o alrededor del distribuidor de vacío del espectrómetro de masas.

PRECAUCIÓN Los conjuntos electrónicos del espectrómetro de masas TSQ son muy compactos para reducir al máximo el tamaño del sistema. Dada la complejidad que implica la extracción y reinstalación de los conjuntos electrónicos del espectrómetro de masas TSQ, sólo un técnico de mantenimiento de Thermo Fisher Scientific puede sustituirlos.

Piezas recambiables

Este capítulo contiene el número de referencia (P/N) de las piezas recambiables y consumibles del espectrómetro de masas y los kits. Para garantizar el resultado apropiado del mantenimiento del sistema TSQ, pida únicamente las piezas enumeradas o su equivalente.

Contenido

- Kit de accesorios de MS
- Kit de accesorios específicos de instrumento TSQ Vantage
- Kit de accesorios específicos de instrumentos TSQ Quantum Ultra, Ultra AM y Ultra EMR
- Kit de la sonda HESI-II
- Kit de accesorios específicos de instrumento TSQ Quantum Access
- Kit de compuestos de calibración de masas precisas TSQ
- Conexiones, manguitos y bucles de muestras

Kit de accesorios de MS

Kit de accesorios 70111-62034

Fusible, 0,25 A, 250 V, 5×20 00006-01700
Fusible, 0,25 A, 250 V, 5×20 00006-05080
Fusible, 0,50 A, 250 V, 5×20 00006-07608
Fusible, 1 A, 250 V, 5×20 00006-07610
Fusible, 2 A, 250 V 00006-09102
Fusible, 1 A, 250 V, 5×20 00006-10510
Fusible, 4 A, 250 V 00006-10705
Fusible, 0,16 A, 250 V, 5×20 00006-11204
Fusible, 4 A, 250 V 00006-11420
Fusible, 1 A, 250 V 00006-14015
Fusible, 6,3 A, 250 V, 5×20 00006-11450
Conexión, manguito, Swagelok, p. trasera, 1/8 pulg. 00101-02500
Conexión, manguito, Swagelok, p. trasera, 1/4 pulg. 00101-04000
Conexión, manguito, Swagelok, p. delantera, 1/8 pulg. 00101-08500
Conexión, manguito, Swagelok, p. delantera, 1/4 pulg. 00101-10000
Conexión, Swagelok, tuerca, 1/4 pulg., bronce 00101-12500
Conexión, Swagelok, tuerca, 1/8 pulg., bronce 00101-15500
Conexión, adaptador de HPLC, 10-32 × 1/4-28 00101-18080
Manguito, DI 0,008 pulg., KEL-F™, HPLC 00101-18114
Conexión, Fingertight 2, Upchurch™ 00101-18195

Manguito, Fingertight 2, Upchurch 00101-18196
Conexión, HPLC, pieza en T, orificio de 0,020, PEEK 00101-18204
Tubo, sílice fundida, 0,150 mm × 0,390 mm. 00106-10498
Tubo, sílice fundida, DI 0,10 mm × DE 0,19 mm. 00106-10499
Tubo, sílice fundida, DI 0,05 mm × DE 0,19 mm,
desactivado 00106-10502
Tubo, manómetro hipodérmico 28 × 10 pulg. 00106-20000
Conexión, HPLC, 10-32, larga, una pieza 00109-99-00016
Tabiques 00301-16999
Jeringa, 500 µL, Gastight™, aguja extraíble 00301-19016
Tubo, PEEK, DI 0,005 × DE 1/16 pulg., Rojo,
5 ft (1,5 m largo) 00301-22912
Tubo, Teflon™, DI 0,030 pulg. × DE 1/16 pulg. 00301-22915
Kit adaptador jeringa 70005-62011
Aguja, Corona, APCI 70005-98033
Herramienta, extracción tubo transferencia iones 70111-20258
Junta tórica, grafito Vespel (para tubo transferencia iones) 97055-20442

Kit de accesorios específicos de instrumento TSQ Vantage

Kit de accesorios 70111-62081
Destornillador Allen 5/32 00025-10020
Reserpina 00301-12901
Ultramark 1621 (sólo EMR) 00301-12200
Tubo transferencia iones 70005-20423
Politirosina, líquida 00301-22924
Politirosina, sólida 00301-22925
Cable, LC/MS 60053-63035

Kit de accesorios específicos de instrumentos TSQ Quantum Ultra, Ultra AM y Ultra EMR

Kit de accesorios 70111-62057
Destornillador Allen 5/32 00025-10020
Ultramark 1621 (sólo EMR) 00301-12200
Reserpina 00301-12901
Junta aguja 07055-20271
Aguja ESI 07055-20273
Kit, aguja metálica, H-ESI 97055-62026
Tubo transferencia iones 97055-20199
Politirosina, líquida 00301-22924
Politirosina, sólida 00301-22925
Cable, LC/MS 60053-63035

Kit de la sonda HESI-II

Kit de la sonda HESI-II . . . . . OPTON 20037
Introductor de la aguja de alto caudal . . . . . OPTON 53010
Introductor de la aguja de bajo caudal . . . . . OPTON 53011

El kit de la sonda HESI-II incluye la sonda HESI-II con un introductor de aguja que se monta en fábrica. El introductor de la aguja metálica de alto caudal es adecuado para caudales iguales o superior a 5 µl/min. Para aplicaciones de bajo caudal, solicite el conjunto del introductor de la aguja de bajo caudal.

Kit de accesorios específicos de instrumento TSQ Quantum Access

Kit de accesorios 70111-62059
Reserpina 00301-12901
Ultramark 1621 00301-12200
Junta aguja 00950-00952
Junta ESI 00950-00952
Tubo transferencia iones 70111-20972
Politirosina, líquida 00301-22924
Politirosina, sólida 00301-22925
Kit, aguja metálica, flujo alto 70005-62013
Kit, aguja metálica, flujo bajo 97144-62080
Cable, LC/MS 60053-63035
CsI HAZMAT-01-00004

Kit de compuestos de calibración de masas precisas TSQ

Kit de compuestos de calibración 70111-62029
Polietilenglicol, peso molecular 1000, 5 g 00301-07710
Polietilenglicol, peso molecular 200, 5 g 00301-07712
Polietilenglicol, peso molecular 400, 5 g 00301-07714
Polietilenglicol, peso molecular 600, 5 g 00301-07716

Conexiones, manguitos y bucles de muestras

Manguito, Fingertight 2, Upchurch. (para: tubo PEEK y tubo Teflon) 00101-18196
Manguito, DI 0,016 pulg., PEEK, Upchurch
(para: línea infusión capilar sílice fundida) 00101-18120
Manguito, DI 0,012 pulg., Kel-F, Upchurch
(para: aguja metálica flujo alto y aguja metálica flujo bajo) 00101-18114
Manguito, DI 0,008 pulg., Kel-F, Upchurch
(para: línea muestra capilar sílice fundida). 00101-18116
Manguito, LC, 1/16 pulg., acero inoxidable, Rheodyne 2522-3830
Conexión, Fingertight, Upchurch. 00101-18195
Conexión, Fingertight, Upchurch. 00101-18081
Conexión, adaptador, Kel-F, 10-32 × 1/4-28, Upchurch
(conecta directamente con entrada de sonda de ESI).. 00101-18080
Tuerca, LC, 1/16 pulg., acero inoxidable, Rheodyne. 2522-0066

Conexión, unión de LC, orificio 0,010 pulg., PEEK	00101-18202
Conexión, unión en T de LC, orificio 0,020 pulg., PEEK	00101-18204
Conexión, unión adaptador, PEEK, Upchurch	00101-18206
Bucle de muestras 5 µL, acero inoxidable	00110-22010

Índice

A

análisis de masas
  campos de RF y CC (figura) 30
  disociación inducida por colisión 32
  explicación 31
analizador de masas
  definición 4
  descripción 28
  estado encendido/apagado 57
analizador de masas cuadrupolo
  descripción funcional 29, 31
  tensión de offset de cuadrupolos 33
ánodo, multiplicador de electrones, descripción 35
apagado
  espectrómetro de masas 50
  procedimiento de emergencia 47
  procedimiento sin carácter de emergencia 50
  sistema de datos 51
apagado del sistema
  procedimiento de emergencia 47
  procedimiento sin carácter de emergencia 50, 50
API, ionización a presión atmosférica (fuente)
  descripción 67
  interfaz de fuente de iones 23

B

barrido de datos centroide, definición 11
barrido de datos perfil, definición 11
Bomba
  bomba rotatoria mecánica de alto vacío 39
bomba de jeringa
  descripción 15
  figura 16
bomba de vacío 39
bomba mecánica 39
bomba rotatoria mecánica de alto vacío
  cable de alimentación (Precaución) 40
  descripción 39
  encendido/apagado 57
  mantenimiento 92
bomba turbomolecular
  descripción 39
  encendido/apagado 57
bombas
  bomba turbomolecular 39
bombas de vacío
  bomba rotatoria mecánica de alto vacío 39
  bomba turbomolecular 39
botella de desecho de disolventes, vaciado 64
botón de reinicio del sistema
  descripción 21
  reinicio del espectrómetro de masas 54
  ubicación (figura) 21
bucle de muestras, piezas recambiables 101

C

cable de alimentación, bomba rotatoria de alto vacío (Precaución) 40
calibración
  descripción 59
  frecuencia (nota) 59
  y H-SRM (nota) 59
calibrar
  frecuencia (nota) 54
cámara de óptica iónica Q0, ubicación (figura) 38
cámara del analizador, ubicación (figura) 38
cátodo, multiplicador de electrones, descripción 35
celda de colisión
  figura 30
  ubicación (figura) 38
CID. Vea disociación inducida por colisión
comprobaciones del sistema
  alargamiento de poliimida de tubo de muestras 60
  niveles de vacío 60
  suministros de argón y nitrógeno 60
comprobaciones diarias del sistema
  descripción general 59
  fugas de aire 60
  lista 59
  lista de comprobación 62
  suministro de argón 60
  suministro de nitrógeno 60
conexiones, piezas recambiables 101
conformidad
  CEM iii
  conformidad con la normativa vigente iii
  FCC v
  RAEE vii
conformidad CEM iii
conformidad con la normativa vigente iii
conformidad FCC v

Conformidad RAEE vii
conjunto de analizador, lentes, tensiones aplicadas 34
conjunto de barras Q2, figura 30
conjunto de caja de óptica iónica
  desmontaje 87
  despiezado (figura) 87
  reinstalación 90
conjunto de soporte de Q0, ubicación (figura) 87
conjunto de soporte de Q00/L0
  despiezado (figura) 88
  ubicación (figura) 87
conjuntos de barras
  análisis de masas 4
  analizador de masas, cuadrupolo 29, 31
  descripción 30
  Q1, Q2 y Q3 (nota) 5
  transmisión de iones 4
conjuntos electrónicos
  descripción 42, 97
  generación de voltaje de RF, descripción 42
  módulo de entrada de corriente, descripción 42
  sistema de detección de iones 43
cono de barrido de iones
  descripción 24
  figura 74
  lavado 64, 72
  limpieza 74
  ubicación (figura) 23
contraseña 95
cromatógrafo de líquidos (LC)
  ajustes 15
  compatibilidad 15
  descripción 15
  descripción funcional 15
  diagrama de interconexión 45
  inicio 51
cuadro de alimentación derecho
  explicación 21
  figura 21
cuadro de alimentación, figura 20, 21
cuadrupolo Q0
  descripción 27
  figura 27
cuadrupolo Q1, figura 29
cuadrupolo Q3, figura 29
cuadrupolos
  análisis de masas 29, 31
  campos de RF y CC (figura) 30, 31
  Q0, descripción 27
  Q1 y Q3 29

D

descripción funcional
  analizador de masas 28
  bomba de jeringa 15
  cromatógrafo de líquidos 15
  espectrómetro de masas 18
  sistema de datos 43
  TSQ 13
  válvula de inyección/desvío 16
diagnóstico
  ejecución 96
  precaución 96
diagrama de interconexión 45
dínodo 34
dínodo de conversión
  descripción 34
  estado encendido/apagado 57
  figura 35
disociación inducida por colisión, análisis 32
disolventes
  limpieza 80
  requisitos de pureza xvii
dispositivo de transmisión de iones
  conjunto de barras 4
  definición 4
distribuidor de vacío
  cámara de celda de colisión, ubicación (figura) 38
  cámara de óptica iónica Q0, ubicación (figura) 38
  cámara del analizador, ubicación (figura) 38
  descripción 37
  interior (figura) 38
  tapa lateral, descripción 39
  vías de paso 38

E

en espera
  puesta del sistema en 49
energía de colisión (tensión de offset en Q2) 33
entrada de argón, ubicación (figura) 41
entrada de nitrógeno, ubicación (figura) 41
equipo de admisión de gases
  descripción 36
  válvula de gas auxiliar 41
  válvula de gas de colisión 40
  válvula de gas envolvente 41
Espectrómetro de masas
  indicadores luminosos del panel frontal 18
espectrómetro de masas
  analizador de masas 28
  apagado 50, 57
  apagado de emergencia 47
  bomba turbomolecular 39
  conjuntos electrónicos 42, 97
  conjuntos electrónicos de generación de voltaje de RF 42
  conjuntos electrónicos del sistema de detección de iones 43
  descripción funcional 18
  diagnóstico 96
  diagrama de interconexión 45
  distribuidor de vacío 37

en espera 49
equipo de admisión de gases 36
frecuencia de limpieza 71
fusibles, sustitución 97
indicadores luminosos y reinicio del sistema 54
inicio 52
medidor de ionización 40
módulo de entrada de corriente, descripción 42
procedimientos de mantenimiento (tabla) 70
reiniciar 54
sistema de vacío 36
válvula de gas de colisión 40
válvula de purga 40

F

fuente de API Ion Max
caja (figura) 66
instalación 67
mantenimiento 69
parte trasera de caja (figura) 67
fuente de API Ion Max-S
caja (figura) 66
instalación 67
fuente de iones, descripción 3
fugas de aire, comprobación 60, 60
full scan (barrido completo) 9
fusibles, espectrómetro de masas, sustitución 97

G

gas auxiliar
encendido/apagado 57
gas auxiliar, estado encendido/apagado 57
gas de colisión, descripción 32, 32
gas envolvente
encendido/apagado 57
gas envolvente, estado encendido/apagado 57
generación de voltaje de RF, descripción 42

I

impresora, configurar 44
indicador luminoso Communication
descripción 19
inicio del espectrómetro de masas 52
reinicio del espectrómetro de masas 54
indicador luminoso de Ethernet Link OK 22
indicador luminoso de Vent Valve Closed 21
indicador luminoso Power
descripción 19
inicio del espectrómetro de masas 52
reinicio del espectrómetro de masas 54
indicador luminoso Scan, descripción 19
indicador luminoso System
inicio del espectrómetro de masas 52
reinicio del espectrómetro de masas 55
indicador luminoso Vacuum
descripción 19
presión en zona del analizador 19
indicadores luminosos
bomba de jeringa, LED 15
Communication, inicio del espectrómetro de masas 52
Communication, reinicio del espectrómetro de masas 54
Ethernet Link OK 22
indicador luminoso Communication 19
indicador luminoso Power 19
indicador luminoso Scan 19
indicador luminoso Syringe Pump 19
indicador luminoso System 19
indicador luminoso Vacuum 19
Power, inicio del espectrómetro de masas 52
Power, reinicio del espectrómetro de masas 54
Pump On, ubicación (figura) 22
System, inicio del espectrómetro de masas 52
System, reinicio del espectrómetro de masas 55
válvula de inyección/desvío, indicadores luminosos 19
Vent Valve Closed 21
indicadores luminosos del panel frontal
Communication 19
descripción 18
figura 18
Power 19
Scan 19
System 19
Vacuum 19
inicio
condiciones de funcionamiento, configurar 53
cromatógrafo de líquidos 51
espectrómetro de masas 51
inyector automático 53
Instrument Configuration, apertura ventana 14
interfaz de fuente de iones
descripción 23
extracción 76
figura 77, 78
mantenimiento 75
palanca de desenganche (ubicación) 67
reinstalación 81
ubicación (figura) 74
interfaz de la fuente de iones
figura 79
tubo de transferencia de iones 23
vista de corte transversal 23
interruptor 20
interruptor de servicio de electrónica
estado de encendido/apagado de componentes del espectrómetro de masas 57
interruptor de servicio de vacío
estado de encendido/apagado de componentes del espectrómetro de masas 57

interruptor principal de circuito de alimentación del espectrómetro de masas
  estado de encendido/apagado de componentes del espectrómetro de masas 57
interruptor principal de circuito de alimentación, descripción 20
interruptores 21
inyección en bucle, válvula de inyección/desvío 16
inyector automático
  configurar 14
  descripción 14
  inicio 53
iones precursores, modo de barrido
  análisis 6
  figura 6
iones producto, modo de barrido
  análisis 5
  figura 5

K

kit de accesorios 99

L

la 42
lente de RF Q00
  descripción 26
  estado encendido/apagado 57
  figura 26
  limpieza 82, 88
  ubicación (figura) 23
lente de salida
  extracción 77
  limpieza 78
  reinstalación 80
lente L0, descripción 27
lente S
  estado encendido/apagado 57
  extracción 77
  limpieza 78
  reinstalación 80
lente tubular
  aguja de descarga en corona encendido/apagado 57
  descripción 24
  estado encendido/apagado 57
  extracción 78
  figura 24
  limpieza 79
  reinstalación 80
  ubicación (figura) 23
  voltajes 24
lentes
  conjunto de analizador, tensiones aplicadas 34
  L21, L22, L23, figura 30
  L31, L32, L33, figura 30
línea de transferencia de muestras, limpieza 62

M

mantenimiento
  bomba rotatoria mecánica de alto vacío 92
  claves (nota) 69
  cono de barrido de iones, limpieza 72
  cono de barrido, limpieza 64
  frecuencia (tabla) 70
  fuente de API Ion Max 69
  fuente de API Ion Max-S 69
  interfaz de fuente de iones 75
  lente de RF Q00, limpieza 88
  lente de salida, limpieza 78
  lente S, limpieza 78
  lente tubular, limpieza 78, 79
  limpieza de lente de RF Q00 82
  limpieza de óptica iónica Q00 82
  línea de transferencia de muestras, limpieza 62
  skimmer, limpieza 78, 79
  sonda de API, limpieza 62
  tubo de muestras, limpieza 62
  tubo de transferencia de iones, extracción y limpieza 72
  tubo de transferencia de iones, limpieza 64, 72
mantenimiento diario
  cono de barrido de iones, lavado 64, 72
  línea de transferencia, limpieza 62
  sonda de API, limpieza 62
  tubo de muestras, limpieza 62
  tubo de transferencia de iones, lavado 64, 72
  vaciado de botella de desecho de disolventes 64
medidor Convectron
  descripción 40
  ubicación (figura) 38
medidor de ionización
  descripción 40
modo de barrido dependiente de datos, análisis 9
modo de barrido dependiente de datos, descripción 9
modos de barrido
  análisis 3
  dependiente de datos 9
  espectrómetro de masas 3
  iones precursores 6
  iones precursores (figura) 6
  iones producto 5
  iones producto, figura 5
  pérdidas neutras 7
  pérdidas neutras, ejemplo (figura) 8
  pérdidas neutras, figura 8
  Q1MS y Q3MS 4
  resumen (tabla) 4
modos de polaridad de iones, descripción 3
módulo de entrada de corriente, descripción 42

MS/MS, modos de barrido
  iones precursores 6
  iones producto 5
  pérdidas neutras 7
multiplicador de electrones
  ánodo, descripción 35
  descripción 35
  estado encendido/apagado 57

N

nitrógeno
  consumo por unidad de tiempo 60
  presión 41
niveles de presión, comprobación 60
niveles de vacío, comprobación 60
números de piezas 99

O

óptica iónica
  cuadrupolo Q0, análisis 27
  descripción 24
  Q00, descripción 24
  ubicación de conjunto de caja (figura) 77, 78
  ubicación del conjunto de la caja (figura) 79
óptica iónica Q0, análisis 27
óptica iónica Q00
  limpieza 82
  limpieza de componentes 88
  reensamblaje 89
  skimmer 25
  vista de corte transversal 23
ordenador integrado
  descripción 42
  reiniciar 54
ordenador personal, características 44
ordenador, características 44
orificio de alimentación de gas de barrido, ubicación (figura) 74

P

pérdidas neutras, modo de barrido
  análisis 7
  ejemplo (figura) 8
  figura 8
piezas recambiables
  bucles de muestras 101
  conexiones 101
  kit de accesorios 99
  números de piezas 99
precauciones
  apagado de emergencia 47
  bomba rotativa de alto vacío, alimentación 40
  dañar el cono del skimmer 80
  exceso de residuos de disolventes en caja de fuente de iones 68
  suministro de nitrógeno y funcionamiento de fuente de API 60
  sustitución de fusibles 97
  sustitución de tarjetas TCI y fuentes de alimentación 97
  temperatura de conjunto de caja de calentador del capilar 76
precauciones de seguridad xvi
presión de gas auxiliar 41
presión de gas envolvente 41
procedimiento de apagado de emergencia 47
procedimientos
  ajustes del LC 15
  apagado completo del sistema 50
  desmontaje de conjunto de caja de óptica iónica 87
  extracción de lente de salida 77
  extracción de lente S 77
  extracción de lente tubular 78
  extracción de skimmer 78
  instalación de la fuente de API Ion Max 67
  instalación de la fuente de API Ion Max-S 67
  limpieza de la lente tubular 79
  limpieza de lente de salida 78
  limpieza de lente S 78
  limpieza del skimmer 79
  mantenimiento de bomba rotatoria mecánica de alto vacío 92
  puesta en espera del sistema 49
  reiniciar el espectrómetro de masas 54
  reinstalación de conjunto de caja de óptica iónica 90
  reinstalación de interfaz de fuente de iones 81
  reinstalación de lente de salida 80
  reinstalación de lente S 80
  reinstalación de lente tubular 80
  reinstalación de skimmer 80
procedimientos de limpieza
  cono de barrido 64
  cono de barrido de iones 72
  frecuencia 71
  lente de RF Q00 82, 88
  lente de salida 78
  lente S 78
  lente tubular 78, 79
  línea de transferencia de muestras 62
  óptica iónica Q00 82
  skimmer 78, 79
  sonda de API 62
  sonda de API, limpieza 62
  sonda de ESI, limpieza 62
  tubo de muestras 62
  tubo de transferencia de iones 64, 72

Q

Q1MS y Q3MS, modos de barrido 4

R

rangos de masas 11

S

SIM (monitorizar iones seleccionados), tipo de barrido 10
sintonización
  descripción 59
sintonizar
  frecuencia (nota) 54
  tensión de offset de lente tubular 24
sistema de datos
  adaptador Ethernet principal 44
  apagado 51
  descripción 43
  diagrama de interconexión 45
  interfaz de instrumentos 44
  LAN, interfaz 44
  LC, interfaz 44
  ordenador personal 44
  reiniciar 55
sistema de detección de iones
  conjuntos electrónicos 43
  dínodo de conversión 34
  ganancia de multiplicador de electrones 35
  multiplicador de electrones 35
sistema de vacío
  apagado 21
  bomba rotatoria mecánica de alto vacío 39
  bomba turbomolecular 39
  comprobación de niveles de presión 60
  descripción 36
  diagrama de bloques 37
  indicador luminoso Vacuum 19
  interruptor de servicio de vacío 21
  medidor de ionización 40
  válvula de gas auxiliar 41
  válvula de gas de colisión 40
  válvula de gas envolvente 41
  válvula de purga 40
skimmer
  descripción 25
  extracción 78
  figura 26
  limpieza 79
  reinstalación 80
  ubicación (figura) 23
solución de problemas 95
sonda de API, limpieza 62
sonda de ESI, limpieza 62
soporte de fuente de iones
  figura 67
  pernos de guía 67
  ubicación (figura) 77, 78
soporte de la fuente de iones
  ubicación (figura) 79
SRM (monitorizar reacciones seleccionadas), tipo de barrido 10
suministro de argón
  comprobación 60
  presión 60
suministro de nitrógeno
  comprobación 60
  precaución 60
  presión 60

T

tablas
  estado de encendido/apagado de componentes del espectrómetro de masas 57
  procedimientos de mantenimiento del espectrómetro de masas 70
  resumen de modos de barrido 4
tapa lateral (distribuidor de vacío), descripción 39
TCI de control del analizador, descripción 43
TCI de control del sistema, descripción 42
tensión de offset, cuadrupolo 33
tipos de barrido
  análisis 9
  full scan (barrido completo) 9
  SIM (monitorizar iones seleccionados) 10
  SRM, monitorizar reacciones seleccionadas 10
tipos de datos de barrido
  barrido de datos centroide 11
  barrido de datos perfil 11
tipos de datos, análisis 11
TSQ
  apagado 50
  apagado completo 50
  apagado de emergencia 47
  apagado, procedimiento sin carácter de emergencia 50
  bomba de jeringa 15
  calibración 59
  calibrar, frecuencia 54
  comprobaciones diarias del sistema 59
  condiciones de funcionamiento, configurar 53
  conformidad con la normativa vigente iii
  cromatógrafo de líquidos 15
  descripción funcional 13
  descripción general 1
  diagnóstico 96
  diagrama de bloques funcional (figura) 13, 14
  diagrama de interconexión 45
  en espera 49
  espectrómetro de masas 18
  indicadores luminosos del panel frontal 18
  indicadores luminosos y reinicio del sistema 54
  inicio 52
  inyector automático 14
  modos de barrido 3
  modos de polaridad de iones 3

piezas recambiables 99
rangos de masas 11
sintonización 59
sintonizar, frecuencia 54
sistema de datos 43
tipos de barrido 9
tipos de datos 11
válvula de inyección/desvío 16
tubo de muestras, limpieza 62
tubo de transferencia de iones
descripción 23
extracción y limpieza 72
figura 24
lavado 64, 72
ubicación (figura) 23
Tune Master, apertura ventana 15

V

válvula de gas auxiliar, descripción 41
válvula de gas de colisión, descripción 40, 41
válvula de inyección/desvío
configuración (figura) 17
descripción 16
inyección en bucle 16
ubicación (figura) 17
válvula de purga
descripción 40
indicador luminoso 21
voltajes
cuadrupolo, RF y CC 30
dínodo de conversión 34
lente tubular, tensión de offset 24
Óptica iónica Q0 27
Q0, offset 27
Q00, offset 26
tubo de transferencia de iones 23

Z

zona del analizador, distribuidor de vacío, descripción 37